Zur Behandlung der in fehlerhafter Stellung geheilten veralteten Oberschenkelbrüche

mit besonderer Berücksichtigung der Extensionsbehandlung und mit einer Untersuchung über die Frage, unter welchen Umständen deform geheilte Oberschenkelbrüche zu funktionell einwandfreien Heilerfolgen führen.

STANFORD UNIVERSITY LIBRARY
JUN 22 1921

■ ■ ■

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

gesamten Medizin

verfasst und einer

hohen medizinischen Fakultät

der

Kgl. Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Fritz Koestler
Medizinal-Praktikant.
Gymnasial-Oberlehrer a. D.

■ ■ ■

München 1914.
RUDOLPH MÜLLER & STEINICKE.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität München.

Referent: Se. Exzellenz Professor Dr. Ritter v. Angerer.

Dem Andenken seines lieben Onkels
des
Herrn Sanitätsrat Dr. Römpler, Görbersdorf i. S.
gewidmet.

Die Ausführung und Anwendung des Unfallversicherungsgesetzes hat für die Chirurgie das Gute gehabt, daß man sich zu einer besonders genauen Beachtung der erreichten Heil-Resultate veranlaßt sah. Durch die notwendige und unter Umständen mit einem gewissen Zwange durchgeführte Nachuntersuchung der Unfallverletzten und Rentenempfänger war es oft erst jetzt ermöglicht, den Dauererfolg der chirurgischen und medizinischen Maßnahmen zu beurteilen, während sich früher die Patienten nur allzuhäufig jeder weiteren Untersuchung nach der Heilbehandlung entzogen.

Kein Wunder, daß die genaue statistische Erfassung der Heilerfolge, so wie sie erst seit Bestehen des Unfallversicherungsgesetzes (in Kraft seit 1. Oktober 1885) möglich ist, zu kaum geahnten und vielfach wenig erfreulichen Aufschlüssen führte.

Statistik.

Als eins der am wenigsten erfolgreichen Heilverfahren erwies sich die Behandlung der Frakturen, insbesondere der Oberschenkelbrüche. Sind es doch nicht weniger als zwei Drittel von der Gesamtsumme aller Invaliditätsrentenentschädigungen die nach Hoffa allein auf die Frakturen entfallen, trotzdem sie nach einer sehr großen Statistik von Bruns über 307 352 Fälle nur 14,9% von allen Unfällen ausmachen.

H. Liniger*) Düsseldorf, ärztlicher Berater der Landesversicherungsanstalt Rheinprovinz und der Rheinischen Landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaft, fand, daß unter den 500 Fällen von Oberschenkelbrüchen, die aus Stadt und Land, aus Krankenhaus wie aus Privatbehandlung stammend, in den Jahren 1892 bis 1907 nach Beendigung des Heilverfahrens seiner Begutachtung unterstellt wurden, kaum 1% ohne Verkürzung geheilt waren. Von diesen 500 Fällen von Oberschenkelbrüchen, waren 455 einfache und 45 komplicierte, 282 waren durch direkte Gewalteinwirkung, 218 indirekt entstanden.

*) Anmerkung: Die nach den Autornamen aufzufindenden Literaturstellen sind am Ende in dem alphabetisch geordneten Literaturverzeichnis angegeben. Im Text angegebene Nummern beziehen sich auf die Nummern dieses Verzeichnisses.

78 Brüche saßen im Bereich des Schenkelhalses, 195 im oberen Drittel und in der Mitte des Schenkels, 227 im unteren Drittel desselben. Nicht weniger als 54, gleich 10,8%, von den 500 begutachteten, hatten eine Verkürzung von 5 cm, und die Durchschnittsverkürzung betrug 3,12 cm. Diese wenig erfreulichen Resultate waren erzielt, obwohl nur 25% der Fälle in der eigenen Wohnung der Patienten behandelt waren und diese hatten mit den in den kleineren Krankenhäusern behandelten Fällen die gleiche Durchschnittsverkürzung, während die in den größeren Krankenhäusern behandelten 40% der Fälle eine um ein Drittel geringere Durchschnittsverkürzung aufwiesen.

Der Grad der Verkürzung ist sehr wichtig, denn nach ihr wird im wesentlichen die Minderung der Arbeitsfähigkeit bestimmt. So hat z. B. das Reichsversicherungsamt für eine Verkürzung von 6 cm eine Rente von 50%, für eine solche von 7 cm bei einem „älteren abständigen Menschen" eine Rente von 90% und für eine solche von 8 cm ebenfalls bei einem älteren Manne eine Rente von 50% gewährt.

So also waren die Erfolge in den Jahren 1898—1907, die man wohl bei der sehr großen Klientel des Begutachters Dr. Liniger, — die 500 Oberschenkelbrüche bilden in dieser Zeit nur 2% der Gesamtzahl seiner begutachteten Fälle — als typisch zum mindesten für die Kassenpraxis ansehen kann.

Besonders wichtig in national-ökonomischer Hinsicht ist nun die durch die Oberschenkelbrüche herbeigeführte Minderung der Arbeitsfähigkeit: sie betrug durchschnittlich bei den 500 Fällen bei Liniger:

nach	1/4 Jahr	100%
„	1/2 „	75%
„	1 „	50%
„	1 1/2 „	35%
„	2 „	30%
„	4 „	25%.

Weitere statistische Zusammenfassungen findet man bei Haenel, Zeitschr. für Chir., Bd. 38. 1894 und bei Luxemburg, Zeitschr. für Chir., Bd. 94, 1909.

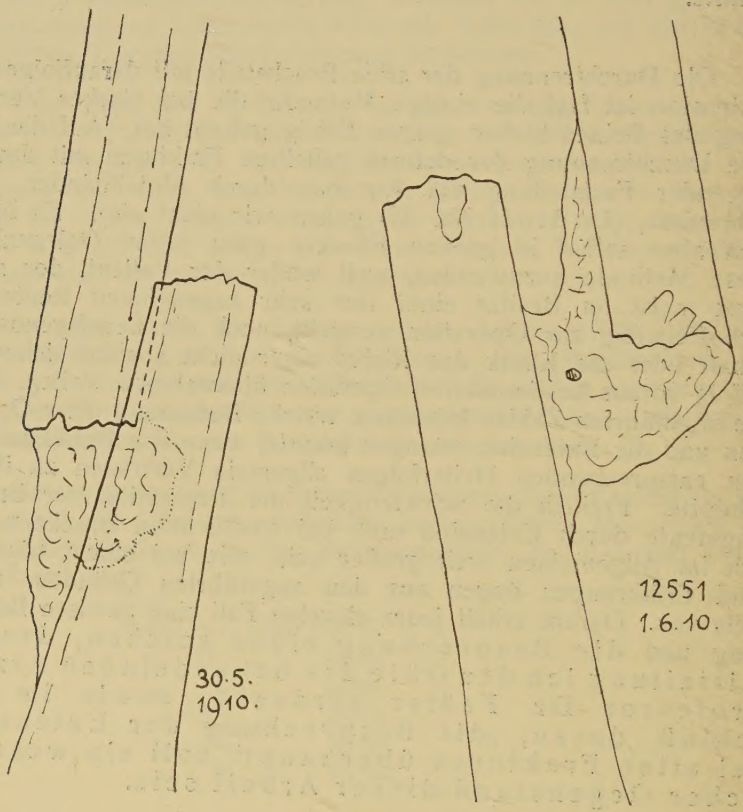
Linigers Zahlen sind nicht besser, als die aus der Zeit vor der Anwendung der Röntgenstrahlen. Wenn die Heilerfolge in seinem Berufsbereich Rheinland in Mitte der hochkultivierten und dichtbevölkerten Gegend von Düsseldorf im Durchschnitt der Jahre 1893 bis 1908 so gering waren, so darf man für den Durchschnitt für Deutschland in der ganzen Kassenpraxis

kaum etwas Besseres annehmen. Daraus erhellt einmal die außerordentliche volkswirtschaftliche Wichtigkeit der Frage nach der Heilung von Oberschenkelbrüchen überhaupt, dann aber auch wieviele Verletzte mit schlechtgeheilten Oberschenkelbrüchen sich in Deutschland befinden müssen, und welchen Wert es hätte, wenn man allen, oder möglichst vielen Kranken mit deform geheilten Oberschenkelbrüchen durch eine nachträgliche Behandlung zu einer vollen Gebrauchsfähigkeit ihrer Beine verhelfen könnte.

Die Durchtrennung der alten Bruchstelle mit darauffolgender Extension ist fast die einzige Methode, die bei starker Verkürzung des Beines bisher einigen Erfolg gehabt hat. (Auf die blutige Durchtrennung der deform geheilten Frakturen mit darauffolgender Feststellung der Knochen durch Metallbänder und Schrauben, (Ludloff Nr. 43) gehen wir nicht ein). Es bietet sich aber selbst in großen Kliniken ganz selten Gelegenheit, diese Methode anzuwenden, weil weder der Patient, der noch dazu meist im Besitze einer ihm sehr angenehmen Rente ist, sich freiwillig zur Operation versteht, noch die Berufsgenossenschaft oder die Klinik das Risiko einer nicht absolut sicher im Erfolg voraus bestimmbaren Operation übernehmen wollen. Aber die angeführten Zahlen beweisen, welche Bedeutung diese Operation und die Extension erlangen könnte, wenn das Publikum aus den entsprechenden Heilerfolgen allgemein Vertrauen zu ihnen schöpfte. Freilich die Schwierigkeit der Reposition der Bruchfragmente durch Extension muß bei einem alten Bruche natürlich im Allgemeinen weit größer sein, wie bei einem frischen. Und Erfahrungen liegen aus den angeführten Gründen nicht viele vor. Darum erhält jeder einzelne Fall eine gewisse Bedeutung und die Besprechung eines solchen, dessen Mitteilung ich der Güte des behandelnden Arztes Professor Dr. Feßler verdanke, sowie im Anschluß daran, „die Besprechung der Extension bei alten Frakturen überhaupt“ soll ein wesentlicher Gegenstand dieser Arbeit sein.

Fall I: (Professor Dr. Feßler.) H. V., geb. im Jahre 1889, Kunsthandwerker, war am 26. April 1910 infolge einer Gasexplosion 4 m hoch von einer Decke in Triest gestürzt. Nach seiner Angabe hat das unter Fragment des Femur mit seinem oberen Ende fast hinten herausgestanden. Einige Narben in der Mitte und hinten am Oberschenkel lassen auch darauf schließen, daß Patient einen fast komplizierten Oberschenkelbruch hatte. (Ein ca. 40 Pfund schwerer Lüster war ihm aufs Bein gefallen.) Er kam ins Krankenhaus Triest, wurde nach

seiner Angabe anscheinend nach Bardenheuer mit 10 bis 30 Pfund extendiert. Als er nach 5 Wochen auf eigenen Wunsch entlassen wurde, war das Bein um etwa 5 bis 7 cm verkürzt. Die in der Münchner chirurgischen Klinik am 1. Juni 1910 vorgenommene Röntgendurchleuchtung zeigte eine dislocatio ad latus et ad axin, das obere Bruchende stand nach oben, das distale nach hinten außen. (Vergl. Fig. 1 und 2.)

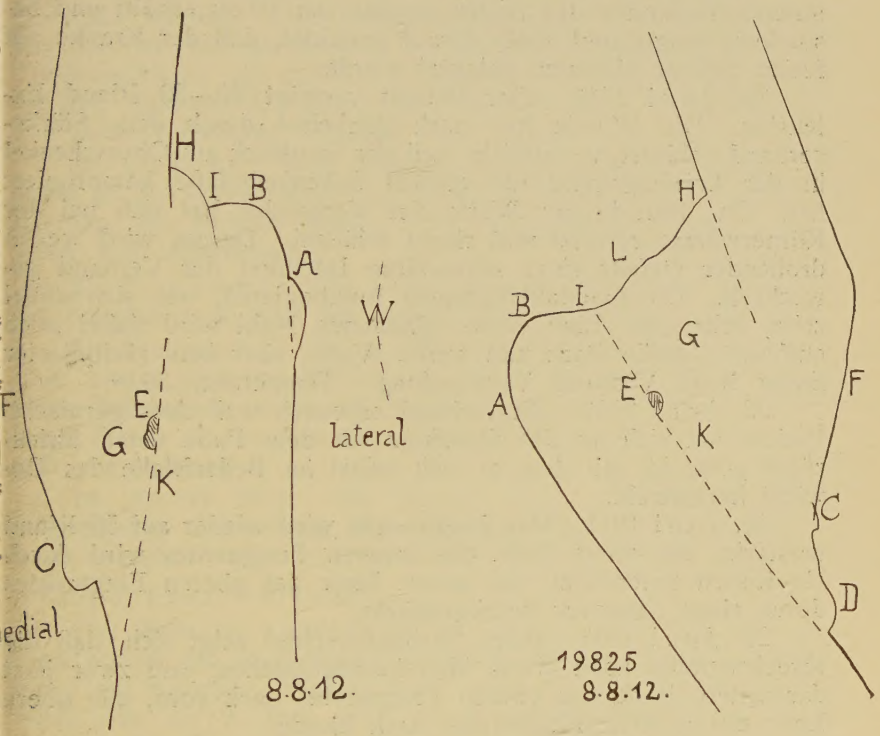


Figur 1.

Blutige Reposition am 14. Juni 1911.

Schnitt seitlich und hinten über dem biceps Femoris etwa bis eine Hand breit über das Kniegelenk. Esmarch'sche Blutleere. Durchtrennung des Lig. lat. Femoris, darauf des vastus lateralis bis auf den Knochen. Ein Muskelast der arteria fem. wird unterbunden und darauf das Bruchende freigelegt. Es zeigt sich, daß eine Verschiebung von 10 cm besteht.

Beide Bruchenden sind durch eine bogenförmige Callusbrücke von außerordentlicher Dicke miteinander verbunden. Das Periost wird in der ganzen Länge der Verschiebung zurückgeschabt, dabei wird ein Osteophyt freigelegt.



Figur 2. (Beschreibung Seite 29 und 34.)

Durchmeißelung der Knochenbrücke. Hierbei zeigt sich, daß sich teilweise schon eine neue Markhöhle gebildet hat. Nach der Durchmeißelung sind die Knochenenden frei beweglich. Sie werden von noch anhaftendem Periost sorgfältig befreit. Nun wird Patient noch in Narkose auf den Extensionstisch von Bade gebracht und das kranke Bein extendiert. Es verlängert sich um einige Centimeter. Darauf Muskelnaht mit Katgut und Vereinigung der Fascienränder und ebenso der Haut mit Seidenknopfnähten. Verband mit steriler Gaze.

Der Unterschenkel wird (mit einer Stahlschiene) in Heftpflaster-Verband gelegt und ein allmählich bis zu 60 Pfund gesteigertes Gewicht angehängt, das der Patient sehr gut verträgt.

Der Zug mit Heftpflasterstreifen ließ das etwas gebeugte Kniegelenk frei, erstreckte sich aber auf die beiden Seiten des ganzen Oberschenkels bis zum Becken hinauf. Ein Sandsack von 10 Pfund Gewicht wird auf den Oberschenkel gelegt, um das untere Ende des oberen Fragmentes herabzudrücken. Ein Volkmann'sches Gleitbrett wird jedoch nicht benutzt. Die unteren Fußenden des Bettes werden um 10 cm erhöht und besonderes Augenmerk stets darauf gerichtet, daß der Kranke auf fester, flacher Matratze gelagert wurde.

15. Juni 1911. Der Patient verträgt 20—30 Pfund Extension. Die Wunde hat stark dunkelrot durch den Stärkeverband geblutet, vermutlich, weil der Sandsack am Oberschenkel in der Leistengegend die großen Schenkelgefäße komprimiert hat. Das Blut in der Watte des Verbandes hat sich bei der Körperwärme zersetzt und riecht schlecht. Darum wird wegen drohender Gefahr einer sekundären Infektion der Verband gewechselt. Die Gaudafildrainagen funktionieren, wie sich dabei zeigt, sehr gut. Eine etwas spannende Naht wird dabei noch entfernt. Sterile Gaze und weiße Watte, aber kein Heftpflaster findet beim Verband Verwendung. Temperatur 36,8°.

23. Juni 1911. Zugverband erneuert, weil durchgerutscht. Patient hat sich an das Querholz vor dem Fuße einen Strickzügel gemacht, mit dem er sich selbst im Bedarfsfalle das Gewicht heraufzieht.

27. Juni 1911. Das Zuggewicht wird wieder auf 50 Pfund verstärkt, das obere Ende des unteren Fragmentes wird durch ein Kissen unterstützt, das untere Ende des oberen Fragmentes durch einen Sandsack herabgedrückt.

29. Juni 1911. Beim Verbandwechsel zeigt sich, daß die Knochenenden noch etwas übereinander stehen, und zwar jetzt das untere Ende des oberen Fragmentes nach vorn, das obere Ende des unteren Fragmentes nach hinten.

5. Juli 1911. Wunde granuliert sehr gut. Die Bruchenden sind noch etwas beweglich und noch 2 cm ad longitudinem cum contractione an einander verschoben, trotzdem die Extensionsbelastung seit dem 19. Juni 1911 auf 60 Pfund verstärkt war. Der Zugverband schneidet etwas an den Knieen und an der Achillessehne ein.

13. Juli 1911. Das Bein steht jetzt fest, ist aber immer noch um etwa 2 cm verkürzt. Der Zugverband wird nun abgelegt.

15. Juli 1911. Patient erhält einen Gehgipsverband, mit einem Stahlbügel unter der Fußsohle unter Einbezug des Beckens in den Gipsverband mittelst Beckenringes, sodaß der Pat. unter vollständiger Entlastung des Oberschenkels auf dem um 5 cm erhöhenden Eisenbügel und dadurch auf dem Sitzbein gehen kann. Die Gehschiene reicht bis zum Knie. Ein Schlottergelenk

hat sich am Knie gebildet. Es schlottert aber wenig, sodaß es nur infolge der ärztlichen Prüfung bemerkt wird und hindert nicht am Gehen. (Nach dem ursprünglichen Bruch war das Schlottergelenk auch vorhanden, wenn auch in geringerem Maße.)

24. September 1911. Der Gehgipsverband wird abgenommen. Das Knie kann bereits etwas (ca. 2 cm) gebogen und gestreckt werden. Der Unterschenkel schwillt noch stark an, das Bein ist stark atrophiert. Patient läuft von jetzt an mit einer Thomasschiene, auf deren oberen Ring er mit den Sitzknorren aufsitzt, während das ganze Bein durch einen Eisenbügel unter der Sohle vollständig entlastet ist.

30. Oktober 1911. Patient konnte heute ca. 1 km weit selbst in die Sprechstunde kommen. Er verspürt gar keine Verkürzung des rechten Beines. Die Beckensenkung kann höchstens 1 cm ausmachen.

21. November 1911. Das Bein ist jetzt im rechten Winkel beugbar und zeigt fast keine Veränderungen.

31. Dezember 1911. Patient kann jetzt das Knie schon über einen größeren Winkel als 90° abbiegen und hat gar keine Schmerzen, auch bei längerem Gehen nicht. Die 15 cm lange Narbe an der lateralen Seite des Oberschenkels zeigt eine gute Vernarbung.

14. April 1912. Die Wunde eitert oberflächlich nach, schmerzhafte Schwellung des Oberschenkels, wahrscheinlich infolge Abschürfung der Haut durch das Beinkleid.

Späterer Verlauf:

Das Bein ist vollständig funktionsfähig. Patient wird wieder ein vorzüglicher Schlittschuhläufer, kann die Besteigung des Latemar (2846 m hoch) vom Karersee-Hotel (1758 m hoch) aus am 9. Juni 1912 als Erstbesteigung dieses Jahres durch hohen Schnee in 4 Stunden, sowie eine mehrtägige Tour durch die Dolomiten ohne nachteilige Folgen unternehmen.

Seitdem hat er bis jetzt noch eine Anzahl Bergtouren ohne jede Beschwerden ausgeführt. Z. B. die Besteigung der Zugspitze durchs Höllental am 5. und 6. August 1912. Und zwar am ersten Tage: Zurücklegung der Strecke München-Hammersbach bei Garmisch (102 km) in 8 Stunden per Rad. An demselben Tage Aufstieg von Hammersbach zur Höllentalhütte. Am folgenden Tage: Aufstieg in $4^1/_2$ Stunden auf die Zugspitze, bei 1,80 m hohem Schnee an vielen Stellen, und an demselben Tage über die Knorrhütte zurück nach Partenkirchen (ein ca. 9 stündiger Weg). Am dritten Tag: Radfahrt von Hammersbach nach Murnau (ca. 26 km).

Zum Vergleich mögen noch mehrere andere Krankengeschichten über veraltete Oberschenkelfrakturen folgen.

Fall II. (K. Waegner, Charkow.[1]). „E. K., 20 Jahre Schlosser, erlitt am 12. Dezember 1910 eine subkutane Oberschenkelfraktur. Behandlung 5 Wochen lang mit cirkulärem Gipsverband. Darauf lag das Bein 6 Wochen in einer Drahtschiene mit Zug am Unterschenkel. Am 8. März 1911, d. h. 3 Monate nach dem Unfall wird K. ins Unfallkrankenhaus aufgenommen. Das rechte Bein ist um 5 cm verkürzt. Vorn im mittleren Drittel des Oberschenkels läßt sich deutlich das vorspringende Ende des oberen Bruchstückes durchfühlen. Beweglichkeit im Knie wegen myogener Streckkontraktur beträchtlich herabgesetzt. K. kann, sich auf einen Stock stützend, herumgehen. Röntgenbefund: Unregelmäßiger Querbruch ad latus et ad longitudinem, das untere Bruchstück nach hinten dislociert, reichlicher, primärer Callus.

Freilegung der Bruchstelle durch seitlichen Längsschnitt. Die beiden Bruchenden werden mit Hilfe des Raspatoriums von allen narbigen Verwachsungen isoliert. Das narbige veränderte Gewebe nach Möglichkeit entfernt. Trennung der Bruchenden voneinander mit Meißel und Hammer. Anfrischen der Bruchflächen durch Wegkratzen der Auflagerungen von spongiösem Callus. Beide Bruchenden liegen nunmehr frei in der sie umgebenden Muskelmasse. Ein Versuch, das untere Ende durch gewaltsamen Zug herabzuziehen, erweist sich als gänzlich aussichtslos. Schluß der Wunde ohne Tamponade. Darauf wird ein vernickelter Nagel nach Steinmann durch die Epikondylen geschlagen, an beiden Enden desselben werden sterile Drahtschlingen befestigt, das Knie mit einem Teil dieser letzteren wird locker in aseptische Watte gehüllt, darüber kommt eine Gazebinde.

Da es sich hier um eine starke Dislokation des unteren Bruchstückes nach hinten handelte, wurde der Oberschenkel hoch gelagert und der Unterschenkel, soweit es die Kontraktur erlaubte, in Beugestellung gebracht. Diese wurde erzielt, durch eine Zugrichtung der Steinmann'schen Extension unter 30 Grad zur Horizontalebene. Belastung 10 kg. Um die Wirkung der eigenen Schwere zu beseitigen, wurde der Oberschenkel in eine Handtuchschlinge gelegt und diese im rechten Winkel zum Steinmann'schen Zuge mit 5 kg extendiert. Da der Unterschenkel wegen der bestehenden Kontraktur in der ersten Zeit nur wenig gebeugt werden konnte und infolgedessen frei hängen blieb, mußte auch dieser in eine Handtuchschlinge gehängt werden und durch einen ganz schwachen Zug (2 kg) unterstützt werden, welcher genügte, um die Schmerzen zu beseitigen, nicht aber die Wirkung der eigentlichen Schwere. Auf diese Weise sank der Unterschenkel

[1]) Monatsschrift für Unfallheilkunde. 1912. S. 278.

allmählich herab und bereits nach dem 5. Tage konnte das 2. Handtuch entfernt werden.

Eine nach 3 Tagen vorgenommene Kontrollaufnahme zeigte, daß das obere Ende bereits um die Hälfte seiner Längsdislokation hinuntergegangen war. Es wurden dem Steinmannschen Zuge noch 2 kg hinzugefügt. Nach weiteren zwei Tagen standen beide Bruchflächen in gleicher Höhe. Der Oberschenkel wurde noch um 15 Grad gehoben, der untere Schenkel dementsprechend noch mehr gebeugt und nun zeigte das Röntgenbild, daß das untere Fragment sich vollständig in seine normale Lage gestellt hat. Jetzt war die hohe Belastung mit 12 kg überflüssig, nach und nach wurden je 2 kg abgenommen und gegen Ende der dritten Woche blieben nur noch 5 kg hängen. Allmählich wurde nun das Bein gestreckt, indem gleichzeitig am Oberschenkel an Stelle des Handtuches ein Seitenzug in derselben Richtung mit 6 kg Belastung angebracht wurde, der den Zweck hatte, einem event. Abweichen der Fragmente nach hinten entgegen zu wirken. Nach Ablauf von 6 Wochen lag das Bein in Streckstellung. Das Röntgenbild zeigte beginnende Callusbildung. Es wurde der Nagel entfernt und mit Bewegungen begonnen. (Langsame, passive Bewegungen des Unterschenkels wurden schon in der 5. Woche vorgenommen). Zu diesem Zweck wurde der Kranke zweimal täglich in seinem Bett soweit fußwärts geschoben, bis der Unterschenkel am Fußende frei hinausragte. Mit Hilfe einer über 2 Blöcke gezogenen Kordel, an deren Ende eine den Fuß umfassende Flanellschlinge angebracht war, konnte der Kranke seine Uebungen selbst machen, indem er den Unterschenkel hob und senkte. Um eine Zerrung am frischen Callus zu vermeiden, wurde der Oberschenkel mit zwei Sandsäcken beschwert. Nach zehn Wochen konnte der Kranke das Bett definitiv verlassen. Er war imstande, das Bein im Kniegelenk aktiv zu strecken und bis zu einem Winkel von 100 Grad zu beugen. Entlassung nach 11 Wochen. Um eine sekundäre Verbiegung an der Bruchstelle zu verhüten, soll er während der nächsten zwei bis drei Wochen nur mit Krücken herumgehen."

Fall III: (Anschütz.) „U., 30 Jahre alt, Fraktura fem. inveterata. Pseudarthrose. Aufnahme 21. Nov. 1908. Bei der Aufnahme in die Klinik Bruch an der oberen Grenze des unteren Drittels. Ausgesprochen Pseudarthrose, abnorme Beweglichkeit ohne jeglichen Schmerz ohne Krepitation ausführbar. Im Röntgenbild Schrägbruch, keine Calluswucherung. Sichtbare Verkürzung 9 cm. 11. Februar 1909 (143 Tage nach dem Unfall) in Narkose Mobilisation der Fragmente, es gelingt, sie beweglich zu machen, aber scharfes Reiben wird nicht erzielt. Extension am Nagel der handbreit über den Gelenkspalt

quer durch Femur getrieben wird, Längszug 50 Pfund. Durchgreifende Querzüge beiderseits zur Adaptierung der Fragmente. 27. Februar Verkürzung noch einen Zentimeter, keine Konsolidation. 31. März nochmals in Narkose untersucht. Reiben der Fragmente noch nicht zu erzielen. Beweglichkeit noch ganz frei. Diagnose: Interposition von Weichteilen, deshalb 15. April Operation. Es findet sich, wie erwartet, festes schwieliges Gewebe zwischen den Bruchenden interponiert. Knochennaht. 15. Juli Knochen fest, geht ohne Verband, ohne Beschwerden, Verkürzung 2 cm, geheilt entlassen."

Fall IV. (Anschütz.) „Bei einem 63 jährigen Mann mit einer Fraktur im unteren Drittel mußte wegen schwerer Pneumonie die Heftpflaster Extension, welche einen vollkommenen Ausgleich herbeigeführt hatte, auf 3 Wochen abgenommen werden. Es resultierte Verkürzung und schlechte Stellung. Nochmalige Heftpflasterextension gab keinen Erfolg. Deshalb Nagelextension. Nach 9 Wochen federnd fest ohne Verkürzung, aber noch dislokatio ad latus."

Bei der Betrachtung dieser Fälle ist das eine zunächst klar, daß man auf blutigem Wege die verwachsenen Knochen wieder trennen mußte, wenn man überhaupt eine Verlängerung des Oberschenkels erreichen wollte. Eine subkutane Fraktur hätte ja den Vorteil, einen komplicierten Bruch mit seiner größeren Infektionsmöglichkeit zu vermeiden. Aber ungenügender Einblick in die Lage der Knochenfragmente, bei der gerade beim Oberschenkel sehr schwierigen und die größte Kraftanstrengung erfordernden Reposition, Zwischenlagerung von Fleischteilen und nicht zuletzt die Unmöglichkeit, den aus Anlaß des früheren Bruches entstandenen Callus zu entfernen, sind hinreichende und zwingende Gegengründe gegen dieses Verfahren. Aber die Knochen sind es nicht allein, deren Widerstand gegen Verlängerung gebrochen werden muß und hier durch blutige Trennung aufgehoben ist. Der gesamte übrige Schenkel leistet Widerstand, und zwar keinen geringen. Im Gegenteil, die Größe dieses Hindernisses ist es gerade, die bei veralteten Brüchen die besondere Behandlung im Gegensatz zu frischen Fakturen erheischt. Alle Beobachter stimmen darin überein, daß schon am 5., 6. Tage die Extension bei frischen Brüchen bedeutend schwerer ist, wie am ersten, ja oft mit dem bisher angewandten Extensionsgewichten nicht mehr möglich war und daß sie also bei veralteten Frakturen noch viel schwieriger ist.

Und zwar macht besonders die Verschiebung des ad longitudinem dislocierten Fragmentes nach hinten, wie sie sich z. B. in den hier angeführten Fällen von Feßler und Waegener vorfand, besonders Schwierigkeiten. Waegener betont ausdrücklich, daß ihn die Bardenheuer'sche

Extension in einer ganzen Reihe von anderen Fällen zum Ziele geführt habe, nicht aber in solchem von dieser Art. Und dabei kommt gerade diese dislocatio besonders häufig vor, weil, wie allgemein angenommen wird, die hinten an den Femur-Epicondylen ansetzenden Wadenmuskeln das untere Fragment des Schenkels nach hinten ziehen, namentlich dann, wenn das Bein sich beim Bruch zufällig in Streckstellung befand.

Ein wesentlicher Grund dafür, daß die Reposition von veralteten Brüchen viel schwieriger, als die von neuen ist, und der deshalb neben der sozialen Wichtigkeit dieser Fälle unser besonderes Interesse erweckt, ist die allmähliche Veränderung, Verkürzung und sehnige Umwandlung der Muskeln im verkürzten Bein. Untersuchungen über die Anpassung der Muskeln an veränderte Funktionen sind schon recht alt (Borelli, de motu animalium 1685) und genauer besonders durch Eduard Fr. Weber, Fick, Marey, Roux und seine Schule fortgeführt. Eduard Fr. Weber verdanken wir das Gesetz, das uns hier interessiert: Das Verhältnis der Größe der Verkürzungsmöglichkeit zur maximalen Länge des Muskels ist für alle Muskeln des Körpers fast dasselbe, nämlich etwa gleich $^1/_2$, genauer gleich 0,47 bis 0,62. Aendert sich also eine der beiden in Verhältnis gesetzten Größen, z. B. die Verkürzungsmöglichkeit des Muskels bei Immobilisation eines Gelenkes, so muß auch die Gesamtlänge des Muskels abnehmen. Er degeneriert teilweise zu Sehne oder Fascie, sodaß das ursprüngliche Verhältnis 1:2 wieder hergestellt wird. Wenn also in unserem Falle das Kniegelenk dauernd im Verband festgehalten wird, so werden nach und nach für jeden Zentimeter eingeschränkter Verkürzungsmöglichkeit des Quadriceps 2 cm an seiner Länge zu Grunde gehen, d. h. sich in Sehne oder Fascie umwandeln. Und bei anderen Muskeln ist es ebenso. (Nach Frohse und Bardeleben ist auch die Muskulatur beim Neugeborenen besser ausgeprägt und hat sich beim Erwachsenen infolge von teilweiser Untätigkeit schon zurückgebildet, d. h. in Sehnen und Fascien verwandelt.)

Gerade der Quadriceps-Muskel ist übrigens, wie allgemein berichtet wird, besonders zu sehniger Umwandlung, dauernder Verkürzung und Erkrankung geneigt, (wie Grunewald meint, weil er in dieser Stärke phylogenetisch erst sehr spät, mit dem Aufrechtgehen des Menschen entstanden sei). Die elastische und die entzündliche Kontraktion der Muskeln steht auch im frischen Bruch einer Verlängerung im Wege, und mit der Zeit wird die elastische und narbige Kontraktion aller Gewebe noch stärker. Die Bindegewebe, in die sich nach dem Weber'schen Gesetz die Muskeln bei Untätigkeit oder ungenügender Tätigkeit verwandeln, haben bei weitem nicht die Elastizität wie Muskeln,

und daher ist eine Extensionsbehandlung bei veralteten Brüchen selbst nach der Durchmeißelung der Knochen viel schwieriger als bei neuen.

Man hat also in diesem Falle ganz besondere Ursache, sich nach Erleichterungsmitteln für die Extension umzusehen.

Sehr wird die Extension schon durch die Anlage eines zweckentsprechenden Verbandes erleichtert. Er darf vor allem nicht drücken, um dem Stoffwechsel freien Lauf zu lassen. Das ist von ausschlaggebender Bedeutung, wie wir erst später auseinandersetzen wollen. Trotzdem soll der Verband festhalten und die Extensionsspannnug möglichst gleichmäßig über den Oberschenkel verteilen, damit kein Teil überlastet wird. Unter den vielen Arten von gebräuchlichen Verbänden gebe ich nur die im wesentlichen Bardenheuer'sche Art des Verbandes an, die Herr Prof. Dr. Feßler im Falle I angewandt hat:

Feßlers Zugverband: Nach der Extension auf dem Bade'schen Extensionstisch wurde die Wunde nur teilweise vernäht, in der Mitte aber offen gelassen, und mit Dermatolwatte und darüber mit steriler Gaze gut vor Druck und Infektion bewahrt. Außerdem wurden direkt auf die Haut die Bardenheuer'schen Heftpflasterstreifen geklebt, die in üblicher Weise dem Gewicht zum Angriff dienten. Zirkulär um den Schenkel kamen Binden, darauf ein Steifgaze-Kleister-Verband, auf den die vorhin erwähnten Heftpflasterstreifen mit ihren proximalen ca. $^1/_2$ m über die Hüfte hinausragenden Enden umgeschlagen wurden. Dadurch wurde die innere Festigkeit des Steifgazeverbandes namentlich gegen Zug sehr erhöht, und eine gleichmäßige Uebertragung der Zugbelastung auf den ganzen Verband und damit auf den ganzen Oberschenkel gewährleistet. Das Knie blieb frei, der Unterschenkel bekam nur einige cirkuläre Binden, (aber keine Watte, wie der Oberschenkel) damit die Extensionsstreifen besseren Halt gewannen. Das Bein wurde in geringer Abduktionsstellung extendiert, jedoch wurden keine Querzüge angelegt. Als Kontraextension erhielt der linke Fuß einen Schemel zum Gegentreten (und der Patient hat dies getreulich und mit großer Kraftanstrengung getan). Außerdem wurden zeitweilig Halter für die Arme angewandt, sowie um den linken Oberschenkel ein Band angelegt, das links von der Schambeinsymphyse nach dem linken oberen Hüftrand ging und weiter oben am Bett befestigt war.

Um die Extension ferner möglichst zu erleichtern, vermeide man tunlichst die Reibung des Beines samt Extensionsverband auf seiner Unterlage, denn die Reibung soll je nach Umständen ein Drittel bis zwei Drittel der ganzen zur Verwendung kommenden Extensionskraft paralysieren. Dem könnte man freilich durch Vermehrung des Extensionsgewichtes begegnen, aber

die Größe der Reibung ist bekanntlich von allerlei Zufälligkeiten sehr abhängig. Sie wird also in dem einen Falle die tatsächliche Wirkung des Extensionsgewichtes stark, im andern kaum vermindern. Erstens wird dadurch die übrigbleibende Kraft in ihrer Größe ganz unkontrollierbar und man weiß im Einzel-Falle nicht, welchem Gewicht man nun eigentlich den Erfolg oder Mißerfolg verdankt. Außerdem muß man sich natürlich auf den höchsten Grad der Gewichtswirkung einrichten, (also so, als ob die Reibung nicht vorhanden wäre,) starke Kontraextension usw. vorsehen und man würde so alle Nachteile eines zu starken Gewichtes haben.

Ferner ist zu überlegen, daß bei Geradstreckung des Knies die Kniebeuger sich fast im Maximum ihrer Länge und damit ihrer Spannung befinden. Bei nach vorn gebeugtem Bekken erkennt man dies ohne weiteres daran, daß eine weitere Beugung des Beckens bei geraden Knien nicht möglich ist, mit anderen Worten, man kann bei gestreckten Knien seine Fußspitzen gar nicht, oder kaum mit der Hand berühren, wohl aber sofort bei gebeugtem Knie. Daraus folgt, daß eine Extension des Oberschenkels mit geringerer Kraft geschehen kann, wenn man die Flexoren durch Beugung des Knies etwas entspannt. Man entgegne nicht, gleichzeitig werden ja die Extensoren gespannt! Denn Muskeln nahe dem Maximum ihrer Länge (hier die Flexoren) streben mit viel größerer Kraft danach, sich zusammenzuziehen, als solche, die ihre größte Länge noch bei weitem nicht erreicht haben (hier die Extensoren). Da bei einer allmählichen Beugung des Knies die Extensoren immer an Spannung zunehmen, die Flexoren abnehmen, so wird es einen bestimmten Beugungsgrad, den Entspannungswinkel des Kniegelenks geben, wo die Spannungen der Kniebeuger und Strecker sich gegenseitig die Wage halten. Und wenn man diese Verhältnisse nach dem Vorgang von Zuppinger graphisch darstellt, so erkennt man auch, daß für denselben Winkel die Spannungssumme der Flexoren und Extensoren ein Minimum wird.

Die Größe dieses Entspannungswinkels, wo also eine event. Extension den geringsten Widerstand zu überwinden hätte, und der natürlich auch der in Ruhelage eingenommenen Mittelstellung des Beines entspricht, beträgt 130 bis 150 Grad, (vgl. Henschen, Nr. 25) oder wenn man die Abweichung von der Oberschenkelaxe, also den Nebenwinkel des ebengenannten Winkels mißt, 50 bis 30 Grad. In der Nähe dieses Winkels ändert sich die Spannung aber nicht sehr, es kommt wenig auf seine genaue Einhaltung an, wenn nur die im Altertum von Hippokrates empfohlene Strecklage des Beines vermieden und statt dessen

eine Semiflexionslage eingenommen wird. (Auch eine Semiflexion des Hüftgelenkes trägt zur Entspannung des Kniegelenkes bei. Sie ist aber nur von sekundärer Wichtigkeit.)

Vogel hat gemessen, wie viel die Verkürzung der Muskeln in Semiflexionslage ausmachen. Ich lasse die Tabelle hier folgen, weil wir sie später noch einmal brauchen.

Messung der Muskelverkürzung von Vogel (zitiert nach Zuppinger[69]).

Gegen gerade Lage zeigt (Verlängerung +, Verkürzung —)

	um 45 Grad flektierte Hüfte	Hüfte und Knie um je 45 Grad gebeugt
Gastrocnenius	0	—1 cm
Rectus fem.	2 cm	—1 cm
Semimembr.	3 cm	±0
Semitendin.	3 cm	±0
Langer Biceps-Kopf	3 cm	±0
Sartorius	4 cm	—7 cm
Gracilis	3 cm	—5 cm

Die Semiflexionslage galt für die Armbrüche stets als die beste Behandlungsstellung. Bei Beinbrüchen aber folgte man der Autorität des Hippokrates, gegen die auch Galens bessere Einsicht nicht durchzudringen vermochte. Nachdem auch Fabricius ab Aquapendente (1537—1619) in Theorie für die Beugestellung eingetreten war, wurde doch erst Percival Pott (1713—1788) der eigentliche Schöpfer der Semiflexion. Diese herrschte nach allgemein darüber entbranntem Streit (Cooper, Bell, Earle, White, Dupuytren dafür, Boyer, Desault, Bickart dagegen) ca. 100 Jahre lang. Dann aber etwa seit den letzten 50 Jahren wurde sie großenteils wieder zu Gunsten der Hippokratischen Strecklagerung aufgegeben, weniger aus theoretischen Gründen, als weil um die Worte Hamtons zu gebrauchen, ihr Hauptmangel darin bestände, daß man in dieser Lage Extensionen und Kontraextensionen nicht mit Erfolg anwenden könne. Dieser Meinung ist auch Bardenheuer.

Darum haben die bequemsten Methoden, eine gewisse Beugung des Kniegelenkes herbeizuführen, eben wegen ihrer Einfachheit und ihrer Bequemlichkeit einen gewissen Vorteil, zumal bei nicht beständiger Aufsicht im Krankenhause. Eine dieser einfachen Methoden ist die Unterlegung eines Ballens unter das Knie. Wenn gleichzeitig ein nach hinten dislociertes Bruchstück ganz in der Nähe des Knies vorgeschoben werden soll, wird man das Kissen natürlich so nahe an das Bruchende heranschieben, als es die Nähe der Wunde und die Schmerzen zulassen. Wegen der unvermeidlichen Verschiebung des Kissens,

wird das Bein nicht ganz ruhig liegen bleiben und die Konsolidation des Bruches etwas gefährdet. Aber dieser übrigens auch bei anderen Verfahren vorhandene kleine Nachteil wird voll aufgewogen, dadurch, daß dem Knie kleine Bewegungen möglich sind, die trotz ihrer geringen Größe nach den Angaben verschiedener Autoren (Körber, Wettstein, Henschen u. a.) einen unerwarteten großen Schutz gegen die Atrophie der Muskeln und die Versteifung des Gelenkes bieten sollen.

Es liegt nun nicht in unserer Absicht, alle die zahlreichen Apparate zu beschreiben, die für eine Extension im Semiflexionslage gebaut sind. Nur einige Gesichtspunkte will ich anführen.

Der Widerstand passiv gedehnter Muskeln gegen weitere Dehnung wächst nicht nur proportional der schon vorhandenen Verlängerung, so wie sich auch anorganische Körper, Draht und dergleichen verhalten, sondern sogar noch schneller; ungefähr proportional dem Quadrat der Verlängerung. Dementsprechend wäre ein Apparat praktisch, der immer dann stärker zöge, wenn die Muskeln auch stärker nach rückwärts ziehen, d. h. wenn sie schon gedehnt sind, sich deshalb stark zu verkürzen streben, aber noch weiter gedehnt werden müssen.

Zuppingers Apparat:

Diese Eigenschaft hat der bekannte Apparat von Zuppinger (Abbildung bei Henschen, Nr. 25, 5. 704). Je mehr das Bein durch seine Schwere nach vorn sinkt, um so mehr wirkt der Apparat. Freilich kann das nach vorn Sinken des Schenkels nicht nur durch seine Dehnung, sondern sicher recht häufig auch einfach durch Nachrutschen des Körpers verursacht sein, und was vielleicht noch wichtiger ist: wenn der Patient aus irgend einem Grund sein Bein (mitsamt dem Körper) zu weit nach rückwärts gezogen hat, dann extendiert der Apparat viel zu wenig. Die Zugkraft des Apparates hängt von seiner augenblicklichen Stellung und der Schwere des daraufliegenden Beines in sehr komplicierter Weise ab, und sie kann zwar durch eine eingeschaltete Federwage gemessen werden (sie schwankt von 2—15 kg), aber die Messung gilt dann eben auch nur für die augenblickliche Stellung und Lage.

Eine gute mechanisch-mathematische Veranlagerung sieht freilich oft mit einem Blick mehr, als eine lange Rechnung ergibt. Darum hat der von Wettstein, Henschen und Krönlein angelegentlich empfohlene Apparat in den Händen entsprechend beanlagter Aerzte und nicht zuletzt auch bei Verwendung an verständigen Patienten gute Erfolge gezeigt, hauptsächlich wohl auch wegen Anwendung der Semiflexionslage.

Außerdem aber erlauben die Zuppinger'schen Apparate nach Wettstein schon von den ersten Stunden an aktive Bewegungen in sämtlichen Gelenken (auch in der Hüfte), ohne

irgend welche Beeinträchtigung oder Ausschaltung der Extensionswirkung, während Bardenheuer aktive und passive Bewegungen erst etwa vom Ende der fünften Woche an ausführen läßt (Bardenheuer und Gräßner, Technik der Extensionsverbände 1907, Seite 10). Dieser Vorteil des Zuppingerschen Apparates bringt freilich auch einen Nachteil, den geringer Standfestigkeit. Man muß der Ruhe des Patienten sicher sein, damit er nicht die in Wochen mühsam verbesserte Stellung seiner Fragmente durch unvorsichtige Bewegung wieder verschlechtert, etwa gar den Apparat umwirft. Dieser Nachteil kommt bei der Behandlung von veralteten Brüchen eigentlich wenig in Betracht, denn diese ist aus später zu erwähnenden Gründen überhaupt nur bei zuverlässigen Patienten angezeigt.

Die Erfolge, die mit dem Zuppinger Apparat erzielt sind, finden sich ausführlich bei Wettstein angegeben und sind sehr beachtenswert. Dies lehrt folgende vergleichende Statistik:

	Anzahl der Oberschenkelbrüche	Arbeitsfähigkeit vor Anf. d. 14. Woche	Invalid geblieben	Höhe der Rente im Durchschnitt
Hänel	155	1,9%	97	31%
Bardenheuer (Bliesener)	21	23,8%	5	26%
Züricher Klinik				
a) alle Fälle	11	63,3%	0!	—
b) nur Versicherte	4	50%	0!	—

Andere Apparate:

Auch in Semiflexionslage und mit ungleichem, daher schwer kontrollierbarem Zug wirken noch eine ganze Reihe von Apparaten. Bei Brown z. B. kann durch Variationen des Aufhängewinkels eine verschiedene Zugkraft erreicht werden, die zwischen 5 und 12 Pfund betragen soll. (Vgl. Henschen Nr. 26.)

Ein wesentlicher Unterschied dieses und anderer Apparate von dem Zuppinger'schen ist, daß sie beim Nachgeben des Beines weniger ziehen, der von Zuppinger aber stärker. Wer da, abweichend von uns, der Meinung ist, daß ein Apparat auch zu stark extendieren könne, wird Vorrichtungen, ähnlich der Brown'schen, vorziehen. Wer dies aber nicht glaubt, wird wegen des schon erwähnten Verhältnisses zur Muskelelastizität lieber den Zuppinger'schen Apparat oder analog gebaute anwenden. Der Brown'sche und manche andere bemühen sich auch, die Belastung des Knies, d. h. den Zug am Unterschenkel möglichst zu verringern. Ganz ohne diesen Zug kommt wohl nur Steinmann aus, von dessen Me-

thode wir später berichten wollen, aber eine teilweise Entlastung wird bei verschiedenen Apparaten herbeigeführt. Einmal kann man, abgesehen von der eigentlichen Extension, sowie Brown es tut, Unter- und Oberschenkel an konvergierend nach oben gehende Schnüre hängen. Diese Konvergenz der Schnüre läßt dann Kraftkomponenten entstehen, die Ober- und Unterschenkel einander zu nähern trachten, also die Spannung des Knies verringern. Oder man klebt die Heftpflasterextensionsstreifen nur an den Oberschenkel, nicht mit ans Knie oder an den Unterschenkel, führt die Fortsetzung des Extensionsstreifen über eine durch das Extensionsgewicht nach dem unteren Bettrand gezogene Rolle und dann zurück nach einem anderen Extensionsstreifen, der nun seinerseits nur am Unterschenkel angreift. Auf diese Weise trägt das Knie nur die Hälfte der Spannung. Durch Verwendung zweier konaxial fest miteinander verbundener Rollen von verschiedenem Durchmesser, so, wie sie in einem Differentialflaschenzug vorkommen, kann man übrigens, wie ich vorschlage, den Bruchteil der Spannung, den das Knie auszuhalten hat, beliebig abändern.

Bei dem Bardenheuer'schen Extensionsverband, sowie er in Fall I von Feßler angewandt wurde, trägt übrigens der Unterschenkel auch nur einen allerdings seiner Größe nach unbestimmbaren Teil der Spannung, weil die Extensionsstreifen fest liegend am Unterschenkel, aber locker am Knie, erst am Oberschenkel wieder festgeklebt sind und dort bis in die Gegend des Trochanter major herauf reichen. Den weit verbreiteten Bardenheuer'schen Verband mit seinen Längs- und Querzügen, aber auch mit seiner Extension in fast vollständiger Strecklage will ich hier nicht beschreiben. Auch die „Rückerschen" Züge kann ich nur erwähnen, weil sie ohne Abbildung schwer verständlich sind.

Aber trotz aller noch so verschiedener Verfahren und Bemühungen waren und blieben eine große Menge, ja nach Linniger 99% aller wegen Bruchs behandelten Oberschenkel verkürzt!

Steinmanns Nagelextension:

Nur eine Methode vermag mit großer Sicherheit verkürzte Schenkel zu verlängern, die Nagelextension von Steinmann. Er ist tatsächlich zu den Worten berechtigt, die sich auf Seite 137 seines 1912 herausgegebenen Buches über die Nagelextension finden: „In Bezug auf Zugleistung steht wohl unsere Methode an erster Stelle der gegenwärtigen Extensionsverfahren. Alle Autoren, welche die Methode näher geprüft haben, geben das nicht nur unumwunden zu, sondern bezeugen, daß dieselbe auch Leistungen aufweist, die man bisher für unmöglich gehalten hat, sodaß die Methode dadurch der Chirurgie

direkt neue Gebiete erschließt.“ Ferner „wenn Arndt noch nach 4 Wochen ohne weiteren Eingriff bei einer Oberschenkelfraktur die 6 cm betragende Verkürzung durch vier Wochen dauernden Zug von $7^1/_2$ kg in eine Verlängerung von 1 cm übergeführt hat, wenn ich (Steinmann) die $4^1/_2$ Monate alte, mit $4^1/_2$ cm Verkürzung in der angegebenen fehlerhaften Stellung geheilte Oberschenkelfraktur im unteren Drittel nach blutiger Refraktur durch Zug mit von 15 kg absteigenden Gewichten in 12 Tagen auf 1 cm Verkürzung überführen konnte, wenn Kirschner bei einer $^1/_2$ Jahr alten mit $8^1/_2$ cm Verkürzung geheilten Oberschenkelfraktur nach blutiger Refraktur in 6 bis 8 Tagen eine Verlängerung von 11 cm erzielte, ohne die geringste Schädigung der Gefäße, Nerven und Muskeln, wenn Neumann (Goldmann) sogar 12 cm korrigierte, so sind das Erfolge, die man füglich als ohne Nagelzug nicht denkbar bezeichnen kann.“ Dem ist nichts hinzuzusetzen. Derartige Erfolge geben Grund genug, daß wir uns mit der Steinmannschen Nagelextension eingehend beschäftigen.

Verfahren:

Das Verfahren ist an sich sehr einfach. Steinmann schlägt einen Nagel quer durch Haut und Knochen, und zieht an dem aus dem Schenkel herausragenden Nagelkopf, oder an beiden herausragenden Nagelenden und damit am Knochen. Einfacher kann man gar nicht mehr vorgehen. Die Haut wird auch nicht etwa vorher auf- oder angeschnitten, damit der Nagel leichter eindringen könne, denn die dadurch gesetzte Wunde würde die Infektionsgefahr vermehren. An der Eintrittsstelle und bei perforierendem Nagel, auch an der Austrittsstelle, wird die Haut mit Aether und Alkohol, oder nach Großich mit Jodtinkturanstrich desinficiert, der Nagel durch Kochen.

Geschichte der Methode:

Diese einfache Methode hat auch schon ihre Geschichte und ihre Entwicklung, die beide am ausführlichsten und besten in Steinmanns eigenem Buche über die Nagelextension (Stuttgart 1912) berichtet sind. Unter den Vorgängern von Steinmann nenne ich Malgaigne, Heineke und Codivilla. Codivilla hat als erster im Jahre 1903 einige Nägel in den Knochen geschlagen und an ihnen extendiert. Er befestigte den Nagel aber nicht, wie Steinmann am distalen Fragment des gebrochenen Knochens selbst, sondern in dem Knochen eines der distal folgenden Glieder. Um also z. B. einen Oberschenkelbruch zu extendieren, schlug Codivilla einen durchgehenden Nagel in die Ferse, extendierte (mit sehr hohen Gewichten) und legte darauf am distrahiert gehaltenem Gliede einen Gipsverband

an. Auf diese Weise konnte Codivilla Verkürzungen von $4^1/_2$ bis 5 cm beheben. Seine Methode wurde zwar von Rossi und Almerini angewandt, sie ist aber wohl kaum über die Institute von Bologna und Mailand hinausgedrungen.

Die Steinmann'sche Methode hingegen hat sich weit verbreitet und wurde mehrfach weiter entwickelt, resp. abgeändert. Der Nagel selbst wurde zunächst bald rund (Steinmann), bald meißelförmig genommen (Wilms). Da der Nagel nicht zu dick sein durfte (4—5 mm), bog er sich leicht unter der an seinem Kopfe, oder beim perforierendem Nagel an seinen beiden Enden angehängten Last. Darum wurde für diese ein Aufhängeapparat konstruiert, der die beiden Enden des Nagels, oder die beiden gegenüber eingeschlagenen Nägel fest faßte, und sie gleichzeitig an einer Richtungsänderung und damit den Nagel an einer Biegung hinderte.

Der für den Oberschenkel 17—19 cm lange und 3 cm beiderseits aus der Haut herausragende Nagel wurde ursprünglich mit einem sterilen Hammer eingeschlagen. Später wurde der Nagel zum Bohrer umgebildet und mit einer elektrischen, oder Hand-Bohrmaschine eingebohrt.

Alle perforierenden Nägel haben den Nachteil, daß die an der anderen Seite des Gliedes herausragende und in situ nie exakt zu desinficierende Nagelspitze beim späteren Herausziehen des Nagels wieder mitten durch den Knochen geht und so die Gefahr der Infektion vermehrt. Das hat man vermieden, indem man zwei nicht perforierende Nägel von den beiden entgegengesetzten Seiten in das zu extendierende Glied schlug oder bohrte. Dennoch benutzen Wilms, Becker, Anschütz und Steinmann selbst den perforierenden Nagel, weil er einfacher ist und weil er nach ihren Erfahrungen nicht die Gefahren bringt, die man theoretisch geltend machen könnte.

Beim Eintreiben des Nagels soll erstens das Frakturhämaton, zweitens die Markhöhle, drittens die Epiphysenlinie, viertens die Gelenkkapsel vermieden werden. Ein Verstoß gegen diese Vorschriften hat aber nicht immer schlechtes Resultat zur Folge gehabt. Für den Oberschenkel kommen als Nagelstelle nach Steinmann hauptsächlich die Epicondylen in Betracht.

Wirksamkeit des Steinmann'schen Zuges durch direkten Angriff.

Der Hauptvorteil der Steinmann'schen Nagelextension ist der, der ihr die Bedeutung verleiht, nämlich die Wirksamkeit des Zuges. Mit keiner anderen Methode hat man den Knochen direkt gefaßt. Hier hat man ihm gleichsam einen Stil zum Angreifen außerhalb des Körpers gegeben, den Nagel. An seinen Enden kann man den Knochen sehr genau drehen

und wenden, wie man will, also auch reponieren. Man kann das Fragment mit Hilfe des einen oder der beiden hervorstehenden Nägel nach allen Richtungen sogar mit einer gewissen Kraft bewegen, nur um eine Achse kann man den Knochen nicht drehen, nämlich um die Achse des Nagels selbst. Würde man dies versuchen, so würde sich der Nagel nur innerhalb des Knochens drehen. Und doch läßt sich das leicht vermeiden, wie allerdings Steinmann nicht und unseres Wissens auch kein anderer erwähnt. Man braucht nur zwei Nägel einzuschlagen, die im Winkel zu einander stehen, dann hat man den Knochen nach jeder Richtung an den herausstehenden Nagelenden in seiner Gewalt und es gibt keine Wendung, bei deren Ausführung sich etwa die Nägel innerhalb des Knochens drehen würden und so die von außen ausgeübte Kraft nicht auf ihn übertragen könnten. Bei größerer Kraftanwendung werden die Hände eines Assistenten am proximalen Ende des Fragmentes außen am Schenkel entsprechend nachschieben, damit nicht etwa der Knochen durch den Druck der Nägel bei ihrer Handhabung splittert. Die gröbere Einstellung des Knochens geschehe also durch entsprechenden Druck außen am Schenkel, die feinere Anpassung des Knochens an das obere Fragment durch die Ausrichtung mit Hilfe der Nägel. Für diese Bewegung und Reposition des Knochens an und mit Hilfe der Nägel ließen sich deren Enden zu Handhaben ausbilden, die mit beiden vorher sterilisierten Händen angefaßt werden könnten. Damit die Handhaben vorher oder nachher nicht im Wege sind, wird man sie am besten abschraubbar einrichten. Meißelförmige Nägel würden sich für dieses Verfahren oft noch mehr eignen als die runden.

Steinmann hebt noch als besonderen Vorteil seiner Methode hervor, daß der Zug direkt am Fragment ausgeübt wird, also nicht erst durch Vermittlung der Kniegelenkkapsel, oder der Muskeln zur abgeschwächten und abgeänderten Wirkung gelangt. Darin ist ihm entschieden Recht zu geben, denn jede andere am Oberschenkel angreifende Extensionsart beeinflußt zunächst die Haut, zieht diese distalwärts. Erst wenn die Elastizität und Nachgiebigkeit des Panniculus adiposus erschöpft ist, beginnt die Wirkung auf die äußerst widerstandsfähige fascia lata. Der geringe Bruchteil der Kraft, den diese dann noch fortpflanzt, geht erst dann auf die Muskeln und von diesem elastischen Polster höchst unvollkommen auf das Fragment über, sodaß die Extension kaum zur Wirkung käme, wenn nicht auch noch am Unterschenkel und dadurch an den Kniebändern gezogen würde. Darum legt man auch nach Wettstein in der Züricher Klinik (damals unter Krönlein) bei Verwendung des Zuppinger'schen Apparates die Extensionsstreifen höchstens bis zum Knie an, und dabei kommt man mit 5, höchstens 6 kg

Extensionsgewicht bei frischen Brüchen aus. Man sieht also, daß jeder Zug bei dem direkt wirkenden Steinmann'schen Verfahren viel stärker zur Geltung kommen muß, als bei sämtlichen anderen Verfahren. Und das läßt sich auch durch Zahlen beweisen. Während Bardenheuer und andere bei ihrer Extensionsart bis zu 25 kg Zug und mehr brauchen, kam Wilms bei Nagelextensions mit 15—20, Anschütz mit 15, Schwarz mit $7^1/_2$—10, Heinemann mit 5—20 kg aus und sie erreichten damit sogar oft Ueberextension.

Die Ueberextension kann man der Steinmann'schen Methode nicht zum Vorwurf machen, da sie bei rechtzeitiger Kontrolle mit Röntgenstrahlen leicht zu vermeiden ist. Außerdem geht sie von selbst wieder zurück.

Als Vorteil seines Verfahrens führt Steinmann auch noch die Kleinheit der Angriffsfläche ins Feld. „Die Nagelextension braucht zur Befestigung des Zuges bloß zwei Punkte. (Die Aus- und Eintrittslöcher der Nägel.) Im übrigen läßt sie das ganze Glied frei. Damit fallen bei unserer Methode all die Beschwerden und Gefahren der Heftpflasterextensionen, die Reizung der Haut mit folgendem Ekzem, die Zirkulationsstörungen, Schnürung mit event. folgender ischämischer Lähmung oder Atrophie, Decubitus, Gangrän usw. dahin.“ So hat Steinmann also ein reichhaltiges Sündenregister der Heftpflastermethode aufgestellt. Aber auch Steinmanns Verfahren ist in dieser Hinsicht nicht ohne Nachteile. Zunächst kommt zuweilen Decubitus der Haut an der Durchschnittsstelle der Nägel vor. Steinmann vermochte ihn in den meisten Fällen zu vermeiden, indem er die Haut über den Schenkel vor dem Einschlagen oder Einbohren der Nägel nach unten schob. Dann konnten die Nägel an der Haut nicht zu stark drücken. Ferner entstehen häufig Circulationsstörungen beim Steinmann'schen Zuge.

Anzoletti schreibt diesen sogar zu, daß sie an den distalen Gelenken die Festigkeit der Bänder lockern und Anlaß zum Schlotterknie geben.

Der starke Zug bei Steinmann könnte endlich auch eine Dehnung der Nerven, vielleicht sogar eine Zerreißung der feinsten Nervenäste in den Muskeln und damit wiederum Muskelatrophie herbeiführen. Doch ist dem Steinmann'schen Verfahren in dieser Hinsicht nicht mehr Vorwurf zu machen, als anderen.

Infektionsgefährlichkeit der Steinmann'schen Nagelextension.

Nicht ohne Zusammenhang mit der Behinderung des Blutumlaufs durch den Nagelzug steht eine gewisse Infektionsgefährlichkeit dieser Methode. Gewiß vermeidet Steinmann,

wie schon erwähnt, bei der Nagelung das Frakturhämatom, die Markhöhle, die Gelenkkapsel und die Epiphysenlinie. Aber doch ist es klar, daß er durch Nagelung oft aus einem einfachen Bruch einen komplizierten macht. Und es beruht auf hundertfältiger, übler Erfahrung, wenn man einen Bruch auch bei der kleinsten dazukommenden Wunde gleich in eine andere Kategorie, eben in die der komplizierten Brüche stellt, weil die Infektionsgefahr so viel größer geworden ist. Aber wenn nun der Bruch schon vorher kompliziert war? Auch dann ist die Gefahr vergrößert. Die rauhen Ränder des Fragmentes, womöglich noch umgeben von stagnierendem Blut, das aus zerrissenen Gefäßen herausgetreten ist, sind gewiß ein guter Schlupfwinkel für Bakterien. Aber der Bruchrand steht wenigstens an breiter Fläche, dem Stoffwechsel und Blutstrom offen; wo aber schwer zugängliche Splitter und Spalten vorhanden sind, da ist die Gefahr auch hier größer. Und dieser gefährliche Zustand dauert wenigstens nicht lange. Sehr bald wird der für Stoffwechsel und Blutumlauf schwer zugängliche Raum durch Callus ausgefüllt. Unter der Entzündungshyperämie und dem Reize wird schnell abgebaut, was überflüssig, und angebaut, was nötig ist: Kurz, die Fraktur wird geheilt. Ganz anders bei dem Nagelloch. Nehmen wir an, es ist wirklich gelungen, die Bakterien am Eingangsloch der Haut so festzukleben, daß sie auch von dem durchdringendem Nagel nicht mit in die Tiefe genommen werden. Was geschieht dann im Laufe der Heilungsdauer? Entweder der Nagel verursacht keine Schmerzen, dann wird er gar nicht beachtet, — Kirschner erzählt davon — und deshalb die Wunde leicht nachträglich inficiert; oder die Wunde schmerzt und juckt! Steinmann berichtet außerdem, daß seine Nägel sich regelmäßig durch Druckatrophie des belasteten Knochens lockern, und daß auch die verbreiterten Nägel von Wilms diesen Fehler zeigen. Nach Becker und Schwarz hat die Gestalt der Nägel überhaupt keinen nennenswerten Einfluß auf die Lockerung, und nach Schwarz haben die Nägel nur selten bis zur völligen Frakturheilung gehalten. Nach Heinemann war die kürzeste Zeit, nach der sie wegen Lockerung entfernt werden mußten, 15 Tage, die längste 51 Tage. Die beiderseitigen Nägel konnten durchschnittlich 36 Tage, die perforierenden nur 28 Tage liegen bleiben. Es ist ganz klar, daß diese Lockerung der Nägel, die ohnehin große Infektionsgefahr außerordentlich erhöhen muß. Ursprünglich vielleicht nur außen am Nagel sitzende Keime werden durch die hin und her gehende Bewegung des Nagels zunächst unter die Haut gelangen, die eben durch den sich bewegenden Nagel gelockert ist und ihm nicht mehr fest anliegt. Und dann gelangen die Keime von da bis in den Knochen. Dieser ist aber nach Steinmanns eigener Angabe am Nagelloch durch Druck atrophisch. Knochen haben so wie so einen

sehr langsamen Stoffwechsel. Was soll da die Bakterien in ihrer Entwicklung hindern? Sie können sogar verschiedene Temperaturen für ihr besseres Gedeihen vorfinden, weil der eiserne Nagel als guter Wärmeleiter einen allmählichen Uebergang von der Außentemperatur bis zur Blutwärme vermittelt. Dabei bleibt das Nagelloch, wenn nicht dauernd, so sicherlich recht lange bestehen, weil der Nagel um die Festigkeit des Knochens nicht zu sehr zu vermindern, in der sogenannten neutralen Zone in den Knochen gesenkt wird, d. h. also an derjenigen Stelle, wo der Knochen am wenigsten auf Zug und Druck beansprucht wird. Zug und Druck sind aber nach W. Roux gerade die Faktoren, die dauernd zur Nnochenbildung anregen. Fehlen sie, so wird wegen Mangel an hinreichender Ursache kein Knochen gebildet. Die Nagellöcher bleiben also in unserem Falle als warmer, feuchter, vom Blut- und Lymphstrom kaum behelligter Schlupfwinkel für Bakterien dauernd, oder mindestens sehr lange Zeit erhalten, und die längste Zeit gerade bei denjenigen Menschen, denen sie wegen mangelhaften Stoffwechsels und geringer Regenerationskraft am gefährlichsten werden können. Selbst wenn man, was kaum möglich ist, die Infektion von außen sicher verhindern könnte, die Infektionen von innen her auf lymphoder hämatogenem Wege kann man niemals ausschließen. Selbst wenn während der Behandlungszeit des Knochenbruchs der Kranke glücklich von Infektion verschont geblieben ist; so lange die Löcher im Knochen bestehen, kann er auch später vor endogener Infektion niemals sicher sein. An Neoplasmen aller Art, die sich gern ein ehemaliges Trauma zum Ansiedlungsort aussuchen, braucht man da noch nicht einmal zu denken.

Ueber etwaige Nachkrankheiten hat man noch keine Erfahrung, aber die während der Behandlung gesammelten entsprechen durchaus den theoretischen Erwägungen. Um mit den günstigsten Berichten anzufangen, so bestätigt sich auch hier wieder, wie außerordentlich verschieden die Menschen gegen Infektion gewappnet sind. Waegner erwähnt unter 14 Fällen veralteter Oberschenkelfrakturen, wo er mit dem Steinmann'schen Verfahren befriedigende anatomische und gute funktionelle Resultate erzielte, nicht einen einzigen mit Infektion. Aber seine Klinik befindet sich in Charkow, seine Patienten waren also wahrscheinlich Südrussen. Und was diese Slaven vertragen können, braucht deshalb für Deutsche noch lange nicht ungefährlich zu sein. Heinemann und Anschütz berichten von Fällen, wo der gelockerte Nagel herausgeglitten war und vom Patienten ohne weitere Vorkehrung wieder hineingesteckt wurde — ohne jede Infektion! Anderseits berichtet Schwarz über Sekretion und Eiterung aus Nagellöchern und einen Fall todbringender Sepsis. Steinmann erkennt diesen Fall freilich nicht als nach seiner Methode erfolgt

an. Erstens sei gegen seine Vorschrift die Haut incidiert worden, dann sei auch die Nagelung in das Frakturhämatom vorgenommen worden.

Immerhin, wer kann alle die vier schon erwähnten Punkte bei der Nagelung vermeiden? Würde es nicht manchem so gehen, wie Schwarz, daß er namentlich bei dem beengten Platz für die Nagelung ins Hämatom gerät, oder in die Markhöhle, die sicherlich einige individuelle, also nicht voraussehbare Verschiedenheiten aufweist, oder in die Gelenkkapsel oder in die Epiphysenlinie, deren Verletzung bei jungen Individien das Wachstum des Knochens beeinträchtigen könnte, aber allerdings nach den bisherigen Erfahrungen meines Wissens noch nicht gehindert hat?

Unter denen, die praktische Erfahrungen über die Infektionsmöglichkeit beim Nagelzug aufgezeichnet haben, ist besonders Körber zu erwähnen.

Er fand unter 70 Fällen „5 mal ernstere Beschwerden nach 5, 6, 7, 8, 11 Monaten noch andauernd; wegen früherer Eiterung und primärer Infektion nur 3 mal und

1. ganz glatten Verlauf unter Schließung der Nagellöcher in 8—14 Tagen, 33 mal."

2. „Ganz glatten Verlauf mit nicht infektiöser Sekretion der Löcher und Schließung derselben nach durchschnittlich 41 Tagen nach Herausnehmen der Nägel 10 mal."

3. „Leichte entzündliche Reizung mit infektiöser Sekretion und verzögerten Schließung der Nagellöcher 9 mal."

4. „Wirkliche Eiterung aus den Nagellöchern, wobei sich die Schließung zwischen 30 und 182 Tagen verzögert hat und dreimal eine Fistel nach 9, 10 und 11 Monaten bestand, im ganzen 12 mal."

5. „Kleine Abcesse um die Nagelstellen im ganzen 4 mal, 3 mal durch ringförmige Sequester'schen (vom Bohren herrührend) bedingt."

6. „Tötliche Sepsis 3 Wochen später durch Erysipel, das an den Nagellöchern ins Innere drang, 1 mal."

Körbers Statistik beruht nun auf dem größten, bisher veröffentlichten Material, verdient also Beachtung, trotzdem die Erfahrungen anderer Autoren, Becker, Wilms, Heinemann, Anschütz, Lambret, Kirschner, wie auch die von Steinmann selbst günstiger sind.

Immerhin sind auch die größten Anhänger der Nagelextension und Steinmann selbst der Meinung, daß die Nagelung nur vorgenommen werden soll, wo die anderen Mittel versagen.

Möglichkeit anderer Heilverfahren.

Aber versagen sie wirklich, versagen sie namentlich in unserem Falle bei der Extension veralteter Brüche? Das ist die wichtige Frage, die in vielen Fällen darüber entscheiden wird, nicht ob nach Steinmann, oder nach einem anderen Verfahren extendiert werden soll, sondern ob überhaupt ein Heilverfahren zu beginnen ist. In dem Feßler'schen Falle 1. z. B. hatten drei Aerzte wegen zu unsicheren Erfolges die blutige Reposition abgelehnt. (Mit vollem Recht, denn sie konnten nicht wissen, ob der Patient durch aktive Uebungen usw. das Heilverfahren genügend unterstützen werde.) Auch die Berufsgenossenschaft wollte das Risiko der Operation nicht übernehmen und diese Entscheidung würden in unserer Zeit viele Aerzte und Patienten auch dann treffen, wenn die Gefährlichkeit der Nagelung 10, ja hundertmal geringer wäre, und in gar keinem Verhältnis zu dem zu erwartenden Gewinne stände.

Die Frage muß also lauten: Kann überhaupt auf anderem Wege als dem Steinmann'schen geholfen werden? Die Bedeutung des Feßler'schen Einzelfalles liegt eben darin, daß er die Frage bejaht. Freilich rein in anatomischer Hinsicht könnte man anderer Meinung sein. Wer aber je wie dieser Patient durchs Höllental auf Deutschlands höchsten Berg geklettert, nicht gewandert ist, wer hinaufgestiegen ist, mindestens 8 Stunden lang, über drei Fuß übereinander stehende eiserne Sprossen, an schwindelnder Berglehne, wo man oft kaum die Tritte am zackigen Kalkfels findet, über rutschendes Geröll, wie durch tiefen Schnee, der weiß, daß unzählige Gesunde den Patienten um seine Rüstigkeit beneiden könnten, der weiß auch, daß ohne die vollständigste Kraft, Sicherheit und Ausdauer in den Bewegungen der Beine dieser schwierigste Aufstieg auf die Zugspitze überhaupt nicht zu machen ist.

Anatomischer Befund im Fall I.

Wie kommt dies selten günstige Resultat zustande? Zunächst ist auch das anatomische Ergebnis doch günstiger, als man beim ersten Blick auf das Röntgenbild glauben könnte. Aeußerlich sieht man dem Beine keinerlei Verbiegung, Verdikkung oder Difformität an, die Umfänge der Schenkel sind links und rechts genau gleich (nämlich gleich 48,5 cm mit höchstens 0,5 cm Differenz, 23 cm oberhalb der Kniescheiben-Oberkante gemessen). Den Knochenvorsprung des distalen Fragmentes kann man freilich deutlich fühlen. Das Knieende des Femur steht, wie man allerdings auf den hier beigegebenen Skizzen nach Röntgenaufnahmen nicht sehen kann, trotz des Bruches genau da, wo es hingehört, nämlich in der Verlängerung des proximalen Oberschenkelfragmentes. Es ist nicht ad peripheriam, nur ad

axin, aber genau in der Sagittalebene bleibend, dislociert. Darum entstehen auch keine oder sehr geringe Kräfte, die den Knochen etwa in der Frontalebene nach innen oder außen biegen könnten. Bardenheuer hat eine Richtungslinie aufgestellt, die vom capitulum coxae zur facies intercondylica femoris verläuft, und behauptet auf Grund seiner Erfahrungen: wenn die Fragmente eines gebrochenen Oberschenkels bei der Heilung in möglichster Annäherung an diese Linie ständen, dann könne trotz im übrigen fehlerhafter Stellung der Bruchstücke ein gutes Resultat erzielt werden, wenigstens in functioneller Hinsicht. Wenn aber die Fragmente stark von dieser Linie abwichen, „so werden alle Gelenke des ganzen Beines, selbst der Wirbelsäule abnorm belastet, es entsteht ein genau valgum, Wackelknie, pes valgus, coxa vara usw., womit eine starke Funktionsstörung, Schmerzen im ganzen Bein und Rücken verbunden ist."

Anatomische Mindestforderungen für funktionelle Heilung.

Ich lasse es dahingestellt, ob in der Frontalebene die Dislocation unseres Falles der Bardenheuer'schen Richtungslinie entspricht; in der Sagittalebene entschieden nicht. Und von den erwähnten schlimmen Folgen ist keine einzige eingetreten. Man wird also die Bardenheuer'schen Forderungen einzuschränken haben. Und zwar muß man meines Erachtens, natürlich mehr als heuristisches Prinzip, denn als dauernde Wahrheit, folgende Sätze aufstellen: Wenn ein Oberschenkelbruch trotz fehlerhafter Stellung der Fragmente keine irgendwie erheblichen Funktionsstörungen hinterlassen soll, so gelten folgende Regeln:

1. Das Knieende des Femur muß genau in der gradlinigen Verlängerung des proximalen Oberschenkelfragmentes stehen.

2. Die Kniegelenks-Gleitfläche des Femur darf in mäßigem Grade um diejenige Achse verdreht sein, welche beim aufrechtstehenden Menschen horizontal und frontal quer durch das Kniegelenk geht, aber nicht um eine Achse, die das Kniegelenk horizontal in sagittaler Richtung durchsetzt. [Für das distale Schenkelstück, das ja immer zur Knieebene (beinahe) senkrecht steht, ergibt sich daraus die Regel: das distale Femurfragment darf etwas in rein sagittaler, aber nicht in frontaler Ebene verdreht sein.]

3. Durch die Fragmente und den Callus muß bei der Dislocation derart Platz gelassen sein,

daß bei der Funktion des Oberschenkels die Nerven und namentlich die Arterien weder gedrückt, noch gedehnt werden, die Muskeln nicht behindert werden.

Begründung der anatomischen Forderungen.

Zu 1. Jede Verlagerung des Kniegelenks abseits von der Verlängerung des proximalen Fragmentes würde Drehkräfte entstehen lassen, mit einem statischen Moment, dessen Hebelarm zwar entsprechend der Verschiebungsgröße des Kniegelenkes klein ist, wo aber als Kraft das ganze Körpergewicht in Betracht kommt. Verhältnismäßig harmlos wäre noch eine Abweichung nach vorne oder hinten, denn um diese zu paralysieren, sind wenigstens die sehr kräftigen Extensoren und Flexoren vorhanden, die dann sicher sehr stark und anders als bisher belastet würden, aber doch procentual nicht eine allzu große Aenderung ihrer Belastung erfahren würden. Denn die prozentuale Belastungsänderung kommt hier entschieden mehr als die absolute in Betracht. Würde aber das Knieende seitlich verschoben, so sind überhaupt keine, oder ganz schwache Muskeln vorhanden, die geänderte Belastung aufzunehmen. Das Bein würde allmählich immer mehr in Valgus- oder Varusstellung geraten. Würde man außerdem bei nach außen verschobenem Knie und schräg oder wagrecht gestellten Oberschenkel diesen belasten, z. B. eine Treppe steigen wollen, so würde der Femur proniert, bei nach innen verschobenem Knie supiniert. Pronatoren bei wagrechter Stellung des Oberschenkels, die hier zur Verhinderung der Supination dienen würden, haben wir überhaupt keine, (höchstens den glut. min.), und die Supinatoren sind auch zu schwach, eine so verursachte Pronation des Beines zu hindern.

Zu 2. Der erste Teil dieser Forderung liegt bei uns vor: Das Knie ist um eine rein frontale Querachse etwas nach vorn verdreht. Man könnte meinen, daß nun das Bein leicht überstreckt würde. Weil aber nach den Untersuchungen von Fischer und Braune (cit. nach Nagels Physiologie) die Ueberstreckung des Knies nicht durch die Gestalt der Gelenkflächen, sondern durch die Anspannung der Wadenmuskulatur verhindert wird, so ist auch hier keine Ueberstreckungsfähigkeit eingetreten. Das Bein verhält sich vielmehr durchaus normal.

Eine seitliche Verdrehung des Knies um eine Sagittalachse gäbe wieder ein Bein in Valgus- oder Varusstellung, und das zu Fall 1. Gesagte gilt. Ueberdies hat auch die Erfahrung bewiesen, daß Heilungen in Varus- und besonders in Valgusstellung zu den funktionell schlechten und allerschlechtesten gehören.

Eine genaue Erörterung dieser Fälle kann hier allerdings nicht geboten werden. Denn sie verlangte die vollständige Behandlung der Mechanik des Gehens, vielfach unter Anwendung von höherer Mathematik und an Hand einer Menge guter Zeichnungen. Und selbst dann würde man noch nicht vollständig zum Ziele gelangen, weil man erst aus der Erfahrung erforschen müßte, wie weit quantitativ sich die einzelnen Muskeln an geänderte Belastung gewöhnen können.

Zu 3. Die dritte Forderung, soweit sie von Nerven und Arterien handelt, erscheint nicht ohne weiteres notwendig. Denn Nerven, wie Arterien, sind sehr elastisch, können also ohne zu zerreißen, oder großen, äußerlich sichtbaren Schaden zu nehmen, gedehnt werden. Nun, daß gedehnte Nerven Schmerzen verursachen können, ist bekannt, und damit der erste Teil der Forderung als berechtigt nachgewiesen.

Gesetz für die Lagen der Arterien im Körper.

Wenn zweitens eine Arterie gedehnt wird, so wird sie, wie jeder gedehnte Schlauch, enger. Da sie aber nur zeitweilig bei bestimmten Bewegungen auf Dehnung beansprucht würde, so läßt sich, scheint es, der Schaden durch starken Blutzufluß später wieder ausgleichen. Das kann aber wohl nicht der Fall sein, denn alle unsere Arterien, die auch nur einige Bedeutung besitzen, haben solche Lage, daß sie bei Bewegung der Glieder möglichst dieselbe Länge behalten können, also nicht gedehnt, oder verkürzt werden. Es ist sehr wahrscheinlich, daß dies Gesetz schon längst aufgestellt ist. Aber sicherlich habe ich es nirgends allgemein aufgestellt gefunden, auch nicht in den größten Lehrbüchern, Kopsch, Bardeleben u. a. Und doch sollte das Gesetz bekannter sein, weil es eine außerordentliche Gedächtnisentlastung derer, die Anatomie treiben, ermöglicht. Gemäß diesem Gesetze gehen alle Arterien an der inneren Seite des Gelenkes. (Natürlich liegen sie außerdem auf diese Weise geschützter.) Nach diesem Gesetz vor allem, und das ist auch der beste Beweis dafür, läßt sich die Existenz und Lage der Arterien, die den größten Umweg machen, nämlich der rekurrenten Arterien schon im Voraus bestimmen. Die Arterie geht im allgemeinen den nächsten Weg zu ihrem Versorgungsgebiet. Wenn aber z. B. ein Zweig der art. brachialis direkt an den Ellenbogen, oder gar über ihn hinweg ginge, um das Gebiet unmittelbar am und unterhalb des Ellenbogens auf nächstem und geradem Wege zu erreichen und zu versorgen, dann würde die Arterie bei Bewegungen Dehnungen erleiden. Dies ist aber vermieden, Denn die art. brach. geht ganz tief in

der beim Biegen des Armes kaum kürzer oder länger werdenden Zone unter dem Biceps in der Mitte des Ellenbogens durch und gibt nun erst nach ihrer Teilung zwei rekurrente Arterien links und rechts nach dem Ellenbogen ab, bildet zur besseren Blutversorgung mit samt den von oben aber unter Krümmungen und Bogen herankommenden Arterien ein ganzes Arteriennetz (= rete olecrani), aber stets so, daß niemals ein irgendwie stärkerer Arterienast gebildet wird, der gedehnt werden könnte. (Vergl. z. B. Rauber Kopsch 8. Aufl. 1909, Abbild. auf Seite 322, 312, 305, die Art. coll. uln. inf. schlängelt sich so, daß sie bei Anspannen des Musc. brachialis auch nicht gedehnt wird.)

Dieselbe Beobachtung kann man an allen Gelenken machen. Teils von der Seite, (Rami carpei dorsales et volares art. rad. et ulnar; Arterien an den Fingergelenken, art. genu sup. et inf. lat. et medial), teils von unten, also auf großem Umweg (art. recurr. tib.; art. epigastr. inf.; ein rekurr. Zweig der perfor. prima für rete trochant) und unter Bildung von Bogen (die vier Krümmungen der art. vertebr., gerade da, wo sich die Wirbelsäule am meisten bewegt, also am Hinterhauptsloch und am ersten und zweiten Halswirbel) versorgen und durchlaufen der Arterien die Gebiete, die der Streckung ausgesetzt sind. Auch der stark bewegte Dünndarm könnte auf viel kürzerem Wege, als es wirklich geschieht, durch eine in nahem Abstand ihm parallel gehende Arterie versorgt werden. Diese müßte aber die Streckungen bei den peristalt. Bewegungen des Darmes mitmachen. So gehen vielmehr unzählige radiale Stränge zur A. mesent. sup., die fern vom Darm vor allen Bewegungen geschützt ist und die erst dann ihn durch Zweige parallel den Darm in größerer Nähe begleitet, (art. colica dextr., media, sinistra) wo er durch eine taenia an stärkerer Streckung verhindert ist. (Vergl. R. K. Bd. 3, Abbild. S. 339.)

Kurz, wenn dieses Gesetz allgemein im Körper gilt, so muß es auch bei Bruchheilungen bestehen bleiben: die Fragmente, oder ein entstehender Callus dürfen durch ihre Lage zu keinerlei Streckungen der Arterien, namentlich nicht bei Bewegungen der Glieder Anlaß geben.

Diese Forderung ist freilich leicht erfüllt, in unserem Falle dadurch, daß die Fragmente, wie der Callus, sich in der Sagittalebene befinden. Arterien und Nerven brauchen kaum von ihrer geraden Richtung abzuweichen, Semimembranosus und Semitendinosus können auf der einen Seite, der biceps, an der anderen Seite der Fragmentenden vorbeigehen.

Es wäre recht wichtig, wenn auch die Erfahrungstatsachen genügend gesammelt und bearbeitet würden, unter dem Gesichtspunkt: wie

stark und in welcher Art darf eine anatomische Verlagerung nach Knochenbrüchen bestehen bleiben, damit noch ein gutes funktionelles Resultat erreicht wird? Bisher ist eine derartige Arbeit kaum möglich, weil die in der Literatur verstreuten Fälle weder in anatomischer — ohne Röntgenbild und orthodiagraphische Röntgenaufnahmen ist da kaum ein sicherer Schluß zu ziehen — noch in funktioneller Hinsicht genau genug angegeben sind.

Späterer Ausgleich der Diformitäten.

Sicher ist, daß auch rein anatomisch die Difformitäten mit der Zeit noch bis zu einem gewissen Grade ausgeglichen werden. Zunächst werden überflüssige Knochenteile, vorspringende Zacken und Enden der Fragmente atrophisch, mehr oder weniger resorbiert, durch Callus überbrückt und ausgeglichen. Dies geschieht freilich bei noch im Wachstum begriffenen Knochen, namentlich bei Kinderknochen bei weitem mehr und schneller als bei Erwachsenen. Bei unserem Patienten, (Fall 1), der nach seinem Alter von 23 Jahren an der Grenze des Wachstums steht und auch in dieser Beziehung ein interessantes Beispiel bildet, sind jetzt (fast 14 Monate nach der Operation) scharfe Ecken verschwunden, einige für die Funktion überflüssige Vorsprünge (C u. D, vergl. Abb.) noch vorhanden, aber entschieden in Resorption begriffen, das Ende bei B gut abgerundet. Das proximale Ende des distalen Fragmentes bei A ist durchaus nötig, um den Knochen am Brechen zu hindern. Es darf also nicht resorbiert werden und dies ist auch nicht geschehen.

König[32]) stellt in seinem Aufsatz über die späteren Schicksale difform geheilter Brüche folgende interessante Behauptung auf: „Zum Ersatz für die atrophierende Partie entwickelt sich offenbar der die Funktionen übernehmende neue Teil um so kräftiger — es scheint, als ob ein vermehrtes Wachstum hier (= bei Kindern) imstande sei, gewisse Differenzen in der Länge auszugleichen. Freilich hatte es sich in unseren Fällen immer nur um Verkürzungen von etwa 1 cm gehandelt, aber sie treten doch stellenweise sogar auf den Röntgenbildern unzweifelhaft hervor, und auffallend bleibt es immerhin, daß die Nachuntersuchungen nie mehr Verkürzungen nachwiesen.“ Den ersten Teil dieser Behauptung können wir an Hand unseres Röntgenbildes bestätigen.

Es ist geradezu auffallend, wie sich genau in der jetzt neuen Drucklinie und scheinbar ebenso dick wie der übrige Schenkel zwischen HGK einerseits und FC anderseits der Callus verstärkt hat, während er auf der nicht in der Drucklinie

befindlichen, aber beim stützenden Beine auf Zug beanspruchten Fläche J. H. G. E. schwach geblieben ist und an der neutralen (weder auf Druck noch auf Zug beanspruchten) Stelle bei E (vielleicht außerdem durch ein zwischen lagerndes Stück von Gewebeteilen in der Bildung ursprünglich gehindert) noch für Röntgenstrahlen durchscheinend dünn geblieben ist. Ob eine sekundäre Verlängerung der Knochen oder irgendwelcher anderer Teile zum Ausgleich der Verkürzung stattgefunden hat, läßt sich nicht entscheiden. Dazu müßten schon vergleichende orthodiagraphische Röntgenaufnahmen gemacht werden. Auffallend ist aber immerhin, daß in Anbetracht unseres Röntgenbildes nur eine Verkürzung von etwa 2 cm, von der Crista iliaca ant. sup. zur Mitte des Fußes gemessen constatiert ist, und daß man beim Gehen und Stehen des Patienten am unbekleideten Körper eine ganz geringe compensatorische Skoliose, am bekleideten Körper nicht das geringste, auch kein Hinken bemerkt. Und dieser günstige Zustand ist eingetreten, trotzdem auch bei diesem Patienten eine sekundäre Verkürzung um etwa 1 cm in der Zeit zwischen dem 30. Oktober 1911 — (also $4^1/_2$ Monate nach der Operation) — bis zum 8. August 1912 stattgefunden hat, wohl infolge gar zu starker Belastung des Beines durch Schlittschuhlaufen. Die Vorschrift von Bardenheuer und vieler anderen, den Oberschenkel erst nach einer Heilungsdauer von 10—12 Wochen zu belasten, hätte also hier nicht hingereicht, eine sekundäre Verkürzung zu vermeiden. Diese ist aber sehr gering im Vergleich zu anderen Fällen. Liniger konnte in 51 Fällen unter 500 nachträgliche Verkürzungen feststellen und maß selbst und begutachtete unter anderen einen 30jährigen Mann, der einen Bruch des rechten Oberschenkels dicht über dem Kniegelenk erlitten hatte und „zunächst" (Zeit nicht genauer angegeben) eine Verkürzung von nur 2 cm hatte. Nach $^3/_4$ Jahren war dieselbe auf 6 cm, nach 3 Jahren auf 8 cm gestiegen! (Die Messung von Verkürzungen ist allerdings stets sehr unsicher, wofür Liniger mehrere überraschende Beispiele anführt.)

König berichtet auch, daß sich die Markhöhle bei einem Knaben wieder gebildet hat. Und zwar war der Knabe bei seiner Verletzung 3 Jahre alt und hatte nach dem „frischen Röntgenbild" einen stark ausgezahnten ad latus longitudinemque verschobenen Querbruch des Oberschenkelschaftes. Auch das bei voller Callus-Entwicklung aufgenommene Radiogramm zeigt noch die außerordentlich schlechte Stellung der Bruchenden. Nach 4 Jahren, also in seinem 8. Jahre, hatte der Knabe klinisch überhaupt keine Residuen mehr und das jetzt angefertigte Röntgenbild gibt nur eine leichte Verdickung der Corticalis wieder. In diesem, wie in einem anderen Fall (Knabe von 10 resp. 11 Jahren) hatten sich die Markhöhlen vom oberen und

unteren Ende wieder vereinigt. In Feßlers Falle (Nr. 1) kann man ein Jahr nach der Verletzung noch nichts von einer Vereinigung der Markhöhlen sehen, es ist wohl noch zu früh dazu. Aber beim ersten Bruch hatte sich nach $13^1/_2$ Monaten, wie sich bei der Operation herausstellte, schon teilweise eine Markhöhle gebildet.

Man sieht, daß die anatomische Heilung namentlich bei jungen Leuten auch Monate und Jahre nach dem Bruch noch große Fortschritte machen kann, und durchaus schließe ich mich dem Urteil Königs an, welches lautet: Wir müssen dahin kommen, für Erwachsene und für Kinder unterscheiden zu lernen, welche Difformitäten sind schlecht und welche sind harmloser zu beurteilen. Denn der Satz Bardenheuers aus seinem Lehrbuch über Frakturen 1907 S. 251 „die Erfüllung der einen Indikation (Aufhebung der Dislokation) ist die conditio qua non für die andere (Erhaltung der Funktion)“ gilt glücklicherweise nicht völlig. Bardenheuer hat zwar selbst diesen Ausspruch etwas eingeschränkt und spricht von „später oft erstaunlicher Anpassung“ (S. 120), aber bei unserem Falle hätte er die Vorbedingung für eine vollständige Wiederherstellung der Funktion sicher nicht als gegeben erachtet.

Und doch ist die allgemeine Verbreitung der Ueberzeugung, daß man auch ohne Aufhebung der Dislokation zu einem funktionell ausgezeichneten Resultat kommen kann, ebenso wichtig, wie die Kenntnis, welche Arten von Malposition es sind, die noch einen einwandfreien, funktionellen Erfolg ermöglichen.

Denn, so dachte man allgemein in Deutschland, bei veralteten Brüchen kann keine einzige der bisher in Deutschland üblichen Extensionsmethoden außer der Steinmann'schen die Dislokation und Verkürzung beseitigen. Also, so schloß man wohl ziemlich allgemein, kann ohne Steinmann-Extension auch keine funktionelle Heilung erzielt werden. Und daher wandten sich die einen Aerzte der gefährlichen Steinmann'schen Nagelextension zu. Die anderen, und es war wohl die Mehrzahl, verzichteten überhaupt auf einen Heilungsversuch, der bei veralteten Brüchen keinen Erfolg versprach. Auf Grund dieser Schlußkette müssen nun sicher nicht wenige Krüppel mit verkürztem und verwachsenem Oberschenkel der ersehnten Heilung ermangeln. Das ist Grund genug, daß wir die einzelnen Glieder dieser Schlußfolge auf ihre Berechtigung untersuchen.

Funktionelle Heilung.

I. Vollständige funktionelle Heilung ohne Beseitigung der Dislokation und Verkürzung ist sehr wohl möglich, das beweist nicht nur unser Fall I mit den daran geknüpften Erörterungen;

dieser Ansicht neigt vielmehr auch die ganze französische Schule unter Lucas-Championnière zu. Gemäß ihrem Wahlspruch „mouvement c'est la vie" legen sie den Hauptwert der Behandlung auf frühzeitige, aktive und passive Bewegung des Beines, selbst wenn dadurch die anatomische Heilung gefährdet wird.

Und über die Heilungen in freier Natur, die sicher doch nur in funktioneller, niemals in anatomischer Hinsicht vollkommen sind, sprach der Anatom Hyrtl folgendes günstige, für die Chirurgen freilich wenig angenehme Urteil. „In jedem Museum für vergleichende Anatomie kann man es sehen, wie schön die Natur die Knochenbrüche der Tiere heilt, wobei ihr keine Chirurgie ins Handwerk pfuscht." Auch Grashey[18]) hält nicht viel von dem schematischen Bestreben, eine anatomische Heilung herbeizuführen, wenn er sagt: „Viele Frakturen heilen sogar besser aus, wenn sie nicht erkannt werden, als wenn sie ängstlich immobilisiert werden, nach der alten Schulregel."

Eine funktionell einwandfreie Dislokation ist nun, falls man sie erst genügend kennen wird, sicherlich viel leichter zu erreichen, als eine vollständige Reposition. Und deshalb wird es später nach Erfüllung der genannten Bedingung immer möglich sein, auch veraltete Brüche bis zu einer prognostisch günstigen Dislokation zu reponieren, — wenigstens dann, wenn der Patient vernünftig ist und durch sein passives wie aktives Verhalten das Heilverfahren unterstützt.

Anatomische Heilung.

II. Noch besser freilich wäre neben der funktionellen auch eine anatomische Heilung. Ist sie, und damit kommen wir zum zweiten Teile der oben genannten Schlußfolge, bei veralteten Brüchen ohne die Behandlung mit Nagelextension wirklich unerreichbar? Fast sollte man meinen, und anscheinend ist dies der allgemeine Glaube in Deutschland. Denn trotz eifrigen Fahndens habe ich in der gesamten deutschen Literatur seit Anfang dieses Jahrhunderts keinen einzigen Fall von Extension veralteter Brüche ohne Nagelung und ohne Knochennaht beschrieben gefunden. Kümmel berichtet zwar in einer Diskussionsbemerkung am 20. Januar 1912, daß es ihm „oft gelungen ist, ohne Nagelextension verkürzte frakturierte Knochen nach schräger Durchmeißelung wieder vollkommen zu strecken, durch starke Gewichtsbelastung," bringt aber auch nicht die Beschreibung eines Falles. (Auf die Knochennaht, mit der Ludloff Erfolg gehabt hat, können wir hier nicht eingehen, zumal die Infektionsgefährlichkeit dieser Methode, die dauernd Fremdkörper im Beine läßt, nicht zu leugnen ist.)

Anschütz erwähnt es als etwas ganz Selbstverständliches, wenn er schreibt: „Da die Bardenheuer'sche Methode außer Stande ist, solche veraltete Verkürzungen auszugleichen" .... usw. Und Steinmann darf mit Recht sein Kapitel über veraltete, deform geheilte Frakturen mit den Worten beginnen: „Dieses Gebiet wird wohl vorläufig die unbestrittene Domäne der Nagelextension bilden." Und doch zeigen gerade die Erfahrungen der Nagelextension, daß es vielleicht noch einen anderen Weg gibt, der veralteten Verkürzungen Herr zu werden, nämlich Extension mit weit größeren, als den bisher gebräuchlichen Gewichten, kurze Zeit (3 bis 5 Tage) lang, aber immerhin nicht in einer Sitzung. Hübotter hat sogar in einer Sitzung unter starkem Zuge die Bruchenden vollständig aneinander gepaßt, aber es war ein Unterschenkelbruch. Bei Oberschenkelbrüchen ist das Wägner niemals gelungen, wohl aber in 14 Fällen „tadellos durch langsamen, permanenten Zug". Und zwar gelang es ihm, mit Hilfe der Nagelextension, „mit Leichtigkeit die Längsverschiebung in 3 bis 5 Tagen allmählich auszugleichen" und zwar in Entspannungslage (Winkel am Knie = 30 Grad) mit nur 10 kg Belastung (vergl. Fall 2). Wenn sich dieser Erfolg überhaupt erreichen ließ, warum sollte das nicht auch ohne Nagelextension gehen, freilich mit weit größerer Belastung?

Zug mit starken Gewichten.

Erfahrungstatsachen über starken Zug von 50 bis 100 kg werden äußerst wenig berichtet. Ueber eine Arbeit von Martin wird im Centralblatt für Chirurgie geschrieben: (die Originalarbeit in den transactions of surg. assoc. 1911 war selbst in der Staatsbibliothek von Berlin nicht zu haben). „Um bei alten Oberschenkelbrüchen, bei welchen keine Konsolidation eingetreten ist, die Verkürzung zu beheben, legt Martin die Bruchstelle frei, streift über das proximale Ende ein Stück Canevas und zieht in der Richtung des Beins mit Gewichten bis zu 100 Pfund, wodurch sich die Dislokation in wenigen Minuten ausgleichen soll und fixiert dann die Bruchstücke durch Schrauben und Platten." Dieses Verfahren faßt den Knochen, ähnlich wie Steinmann, direkt und ist insofern für uns wenig von Bedeutung. Wohl aber ist für uns von Interesse, daß keinerlei Schädigung bei dieser äußerst schnellen, kräftigen und erfolgreichen Dehnung erwähnt ist. Sonst wird Extension mit starken Gewichten wohl am meisten in Italien angewandt, allerdings meist Extension nach Codivilla. Diese ist als Nagelextension, wie oben dargelegt, etwas weniger gefährlich, als die Steinmann'sche, weil weiter von der Bruchstelle entfernt genagelt wird. Für uns kommt das

Codivilla'sche Verfahren jetzt deshalb in Betracht, weil die Zugwirkung des gewöhnlich durch die Ferse gebohrten, belasteten Nagels auf den Oberschenkel entschieden die gleiche ist, wie die eines beliebig außen, also nicht infektionsgefährlichen, am Unterschenkel wirkenden, gleich kräftigen Zuges, z. B. eines Rücker'schen Zuges, oder eines zur Erhöhung der Wirkung entsprechend belasteten Zuppinger Apparates oder dergleichen.

Codivilla hat bei seiner Methode Zugkräfte bis zum vollen Körpergewicht angewandt und nach Anzoletti, Professor am Instituto dei Rachitici in Mailand, gilt bei veralteten Verkürzungen dort als Regel ein Zug, der der Hälfte des Körpergewichts gleichkommt. Nach Codivilla unterscheidet man auch, ganz so, wie Wägner bei der Extension vorgegangen ist, zwei Perioden. Die erste Periode ist diejenige, welche durch kontinuierlichen, oder etappenweise verstärkten Zug dem verkürzten Glied die normale, oder mindestens die gewünschte Länge wiedergibt, die aktive Periode der Verlängerung. Die zweite Periode ist nur dazu bestimmt, die in den ersten erzielten Resultate nicht wieder rückgängig werden zu lassen, sie zu Dauererfolgen zu gestalten, die ruhige Periode der Koalition, wie sie Anzoletti nennt. Nun ist es nach Anzoletti ein unvergleichlicher Vorteil des Codivilla'schen Fersenangriffes, daß er uns gestattet, die Güte der Methode voll und ganz auszunutzen, bei so kurzer Gesamtliegezeit des Patienten, wie sie bei keinem anderen Extensionsverfahren ihresgleichen findet. Sie gestattet in erster Linie eine bedeutende Verkürzung der Verlängerungs-Periode, dank der mächtigen Kräfte, welche ohne Schaden verwendet werden können."

Diese Worte muß man wohl als richtig anerkennen, nur gelten sie nicht allein für die Codivilla'sche Methode, sondern für jeden gleich kräftigen Zug am Fuße oder Unterschenkel.

Der Anwendung so starken Zuges sind aber zahlreiche Gegner, namentlich in Deutschland und der Schweiz erwachsen. Henschen nennt schon die von Bardenheuer empfohlene Belastung (30 kg) horrend und meint: „Diese übermäßige Belastung verursacht auch bei peinlicher und genauer Technik ganz erhebliche Schmerzen, hinterläßt oft weit- und tiefgehende Druckwirkungen, kann sogar, wie Steinmann berichtet, Gangrän herbeiführen." Alle diese Sätze gelten meines Erachtens nur, wenn man den Hauptzug am Oberschenkel angreifen läßt. Dann muß allerdings der Verband, um nicht abzurutschen, sehr fest, ja zu fest angelegt werden. Er hilft wenig, das Heftpflaster irritiert die Haut, namentlich bei dicken Personen, und auch die Muskeln. Zieht man aber am Unterschenkel, dann müssen im wesentlichen die Erfahrungen der Italiener gelten,

die ohne Schaden mit 50, 60 (Rossi) und mehr Kilogramm extendiert haben. Der Dekubitus, der bei dem hier empfohlenen Angriff am Unterschenkel zu befürchten wäre, ist z. B. nach Grunes[19]) Bericht bei Rücker'schen[55]) Zügen nicht vorgekommen. Und wenn die starke Extension, wie vorausgesetzt, nur kurze Zeit dauert, ist gute Aufsicht möglich und der Dekubitus wird wohl auch bei starken Gewichten vermieden werden können. Wegen erleichterter Contraextension ist vielleicht der Zuppinger-Apparat ebenfalls geeignet, namentlich seitdem durch Verbesserungen an ihm das Wundliegen nicht mehr vorkommen soll.

Die Schmerzen können die 3 bis 5 Tage, so wie es bei Rossi[53]) geschieht, durch Morphiumeinspritzungen gelindert werden. Das ist eine unumgängliche Erleichterung, nicht nur für den Kranken, sondern auch für die Extension. Vergleicht man nämlich die notwendigen Extensionsgewichte, so scheint die Verlängerung des Gliedes viel weniger dadurch verhindert zu werden, daß die Muskeln einfach zu kurz geworden sind und elastischen Widerstand leisten, als weil sie durch die Reizung, die teilweise der Bruch verursacht, noch mehr aber der Zug, sich aktiv tonisch durch eine Art nervöser Spannung kontrahieren. Vermindert man also die Reizung durch Morphium, so erleichtert man die Extension. Bringt man das Bein in bequeme Lage, wie z. B. Zuppinger durch Semiflexion, so braucht man bei frischen Brüchen nur 5 kg, später nur 3 bis 4 kg zur Extension. Das ist kaum mehr, als die rein elastische Spannung der Muskeln beträgt. Nach Helferich betrug diese 2 kg schon bei einem 5 jährigen Knaben, der mit gebrochenem Oberschenkel in tiefster Narkose untersucht wurde. Und Kirschner brachte nach blutiger Mobilisation einen 5 Monaten alten Bruch innerhalb 3 Tagen von 8,5 cm Verkürzung auf $^1/_2$ cm Verlängerung, allerdings mit Steinmann Extension und Gewichten von 20 bis 60 Pfund ohne sichtliche Schädigung der Weichteile. Wenn da die Muskeln allein wegen ihere Verkürzung einen größeren Widerstand, als die Höchstlast betrug, (60 Pfund) geleistet hätten, dann wäre die Extension überhaupt nicht, auch nicht mit Steinmann gelungen. Es müssen also ausschaltbare Widerstände sein, die alle anderen Arten der Extension außer der Steinmann'schen so erschweren.

Und das wird hauptsächlich die durch den Reiz verursachte nervös entzündliche Kontraktion der Muskeln sein. Um diese zu überwinden, sobald sie überhaupt vorhanden ist, genügen geringe Gewichte freilich nicht. Dazu sind die Oberschenkelmuskeln viel zu kräftig. Anderseits wird eben darum ganz unwahrscheinlich, daß sie durch kurz dauernden Zug von 50 bis 100 kg atrophisch werden könnten.

Normale Muskelbeanspruchung.

Die physiologischen, also normalen Anspannungen der in Betracht kommenden Muskeln sind nämlich weit höher. Nach Fischer und Braune (citiert nach Nagel Nr. 48), hat allein der Wandenmuskel schon beim gewöhnlichen Stehen einen Zug von 50 kg auszuhalten. Und was der Quadriceps für eine Kraft ausüben kann und ausübt, lehrt eine einfache Berechnung.

Nehmen wir an, ein Mann von 60 kg Schwere hebe durch Springen seinen Schwerpunkt nur um h = 30 cm. Dann ist beim Absprung eine Arbeit (E) in Gestalt von lebendiger Kraft aufgespeichert von E = 60 kg · 0,30 m = 18 kgm.

Der Mann möge nun mit beiden Beinen abspringen, und zwar aus dem Stand, (damit nicht durch Berücksichtigung des vorher schon gegebenen Schwunges ein quantitativ schwer zu schätzender Posten in die Rechnung kommt). Er muß dann, indem er sich den Schwung zum Absprung gab, mit jedem Beine die Hälfte der Arbeit, also 9 kgm geleistet haben. Und zwar geschieht dies mit den Extensoren des Hüft-, Knie- und Fußgelenkes. Die Extensoren des Hüftgelenkes (hauptsächlich die Glutäi) wirken ungünstig für diesen Zweck an einem sehr kurzen Hebelarm. Von den Extensoren des Fußgelenkes kommt nur der Soleus in Betracht, der gastrocnemius würde bei seiner Anspannung gleichzeitig das Knie beugen. Darum dürften die Extensoren des Hüft- und Fußgelenkes kaum mehr als die Hälfte der Arbeit beim Sprunge übernehmen, und für die Arbeit der Knieextensoren bleibt noch $^1/_2$, allgemein $\frac{1}{t}$ der Arbeit zu leisten. Diese ist gleich Kraft („x") mal Weg („w") also

$$E/2t = x \text{ mal } w, \quad 9\,\text{kgm} : t = x \cdot w$$

Nun hat Vogel gefunden, daß der Rektus femoris sich nur um 1 cm verkürzt, wenn das Bein vorher im Hüft-, wie im Kniegelenk, um 45 Grad gebeugt war und nun gestreckt wird.

Nehmen wir diese vorherige Beugung des Beines vor dem Sprunge an, so haben wir

$$\frac{9\,\text{kg m}}{t} = 0{,}01\,\text{m. x kg.}$$

oder in Zahlen

$$4{,}50\,\text{kg m} = 0{,}01\,\text{m. x kg}, \quad x = 450\,\text{kg.}$$

Also 9 Centner Zugspannung hält der Rektus femoris bei dieser äußerst mäßigen Leistung aus! (Der Weltrecord im Hochsprung [Horine] ohne Anlauf ist 1,65 m, also mehrmals größer). Mag man die Zahlen, namentlich „t", so abändern, wie sie einem am wahrscheinlichsten vorkommen, immer finden wir, daß schon normal die Muskeln bei weitem mehr angespannt werden, als durch das stärkste Extensionsgewicht. Freilich werden die Muskeln physiologisch

nur Secunden lang, oder beim Stehen gewöhnlich nur kurze Zeit angespannt, während die vorgeschlagene starke Extension immerhin 3—5 Tage dauern soll.

Muskelatrophie.

Darum ist es auch entschieden richtig, wenn die häufig vorkommende Atrophie der Muskeln der langen Dauer der Extension, vielleicht der Extensionsdauer in Verbindung mit ihrer Stärke, aber nicht etwa der letzteren allein zugeschrieben wird. Und wenn nach italienischer Art zunächst einmal sehr kräftig extendiert wird, wird die Gesamtdauer der Immobilisation verringert. Darum hat auch Rossi, der so stark extendiert (50—60 kg), aber schon in den ersten Tagen die Patienten in einer Gehschule gehen läßt, bei jüngeren Leuten einfach „glänzende" Resultate (Urteil von Sternberg im Centralbl.[53]) und hat auch mehrere über 80 Jahre alte Patienten so geheilt.

Wahrscheinlich kommt der auch von Lucas-Championière und anderen betonte günstige Einfluß der aktiven Bewegung auch mit daher, daß die nervösen Muskelspannungen während der Ruhe und Extension geringer werden. Man beobachte sich doch einmal selbst, ob man auch nur 1 Stunde lang die Beine ganz ruhig halten kann! Und wenn man es tut, so gewöhnlich so, daß man mit der einen Art Muskeln, z. B. den Beugern, gleichzeitig ihre Antagonisten anspannt und so die Bewegung verhindert. Anspannung der Muskeln gleichzeitig mit ihren Antagonisten, wirkt aber der Extension am meisten entgegen. Und für die Regeneration der Muskeln kann diese Kraftanstrengung doch nichts nützen, denn wenn nur durch blose abwechselnde Spannung und Entspannung ohne Bewegung aus Sehnen und Fascien Muskeln erzeugt würden, dann würde z. B. das bei der Tätigkeit der Peronei dauernd gespannte und entspannte retinaculum peronaeorum schon längst zum Muskel geworden sein.

Schlotterknie.

Endlich soll starker Zug noch die Ursache für das häufig vorkommende Schlotterknie sein, sei es 1. indirekt durch Ueberdehnung der Muskeln, sei es 2. direkt durch Dehnung der Gelenkbänder. 1. Gegen die Muskelerschlaffung durch Ueberdehnung, spricht zunächst außer dem Gesagten auch, daß bei Ueberkorrektur durch Nagelextension keine Schlottergelenke vorkommen, nicht einmal bei Extensionen bis zu 12 cm innerhalb weniger Tage. (Steinmann.) 2. Auch die Kapselbänder können nicht einfach durch die Stärke der Extension überdehnt sein. Feßler dehnte an Leichen das Kniegelenk

durch hohe Gewichte und fand bei 50 kg Belastung eine bleibende Dehnung nur von 0,0—0,3 mm; bei 100 kg Belastung von 0,1—0,8 mm. Also auch das Schlottergelenk kann nur durch die Dauer der Belastung, vielleicht durch das Zusammenwirken von Belastungsgröße und -Dauer, aber nicht durch erstere allein verursacht werden. Im übrigen geht das Schlottergelenk gewöhnlich zurück, wie auch in unserem Falle und zwar durch nachfolgende Uebung.

Uebung.

Schlittschuhlauf.

Und diese Uebung ist wohl der Hauptgrund, daß in unserem Falle ein funktionell so vorzügliches Resultat erreicht ist. Am 24. September wird noch starke Atrophie berichtet, aber auch sie schwindet bald. Denn, trotzdem der Patient als Kunsthandwerker in eniem Bronzewarengeschäft sehr beschäftigt ist, übt er seine Muskeln in seiner freien Zeit, fährt Schlittschuh und kann sich bald wieder zu einem perfekten Schlittschuhläufer ausbilden. Eine bessere Uebung für die Muskeln und namentlich für die motorischen Nerven-Centren des Beines, als diesen fortwährenden äußerst schnellen Wechsel in den Bewegungen, sowie in Art und Stärke der Belastung des Beines, kann man sich kaum denken. Freilich die Belastung ruht beim Schlittschuhfahren meist nur auf einem Bein, ist also sehr stark. Und dem ist es wohl zuzuschreiben, daß der Oberschenkel des Patienten sich nachträglich um 1 cm verkürzt hat. Aus diesem Grunde, und weil die Gefahr des Hinfallens beim Schlittschuhlaufen doch für die meisten Menschen zu groß ist, kann diese schöne Bewegungsart in freier Luft als Heilgymnastik in unserem Falle nicht empfohlen werden.

Radfahren.

Viel mehr Heilwert gerade für Rekonvaleszenten mit Oberschenkelbrüchen müssen wir der anderen sportlichen Uebung zuschreiben, die unser Patient in den Grenzen der ihm verfügbaren Zeit viel und gern betrieben hat, dem Radfahren. Da gibt es sehr viele Patienten mit hinreichendem Geschick, daß ein Sturz vom Rade für sie praktisch ausgeschlossen ist. Vor allem wird der Oberschenkel viel weniger als beim Stehen und Gehen auf Verkürzung, umso mehr und häufiger in regelmäßiger Abwechselung auf Biegung beansprucht. Bei jedem Tritt des Beines nach unten erleidet infolge der Biegungsbeanspruchung der jeweils oben befindliche Teil des Femur einen Druck, der unten befindliche Teil desselben einen Zug. Beim Heben des Beines, wenn man das Bein aktiv hebt

und nicht durch das jeweils hinten befindliche Pedal hinauftreiben läßt, ist es gerade umgekehrt. So wechselt Zug und Druck in rascher Folge fortwährend an jeder Stelle des Oberschenkels. Diese Abwechslung von Zug und Druck ist aber nach Roux gerade der wichtigste, der integrierende funktionelle Anreiz für die Knochenbildung. Daher auch bei unserem Patienten die vorzügliche, reichliche Callus-Produktion an der richtigen und notwendigen Stelle ohne Callus luxurians. Dabei wird der Druck auf den Femur immer in mäßigen Grenzen gehalten, weil während des Radfahrens nicht der Oberschenkel, sondern der Fahrradsattel den Oberkörper trägt. Aus der Bewegungsrichtung des Fahrradpedals in rein sagittaler Ebene folgt auch eine Beanspruchung des Knochens in derselben Richtungsebene. Eine Verbiegung des Knochens könnte also auch nur in dieser Ebene erfolgen. Aus früheren Erörterungen aber wissen wir, daß Verbiegungen in rein sagittaler Ebene weit weniger nachteilig sind, als die in jeder anderen. Und dabei ist eine solche Verbiegung nicht einmal wahrscheinlich. Einmal ist die Belastung beim vernünftigen Radfahren im gemäßigten Tempo, und nur von diesem sprechen wir, sehr mäßig, dann sucht sie den Femur bei jedem Senken des Beines nach oben, bei jedem Heben gerade umgekehrt, nach unten zu verbiegen. Diese beiden Wirkungen heben sich also gegenseitig in weitgehendem Grade auf.

Noch günstiger ist das Radfahren für die Reaktivierung der Muskeln und Gelenke. Kaum bei einer anderen Uebung werden die Muskeln mit gleichem Erfolge zu einer so weit gehenden Spannung und Verkürzung veranlaßt, wie bei der regelmäßig wiederholten starken Beugung und Streckung des Hüft-, Knie- und Fußgelenkes, so wie sie das Radfahren mit sich bringt. Und nach dem Grade der dauernden Verkürzungsmöglichkeit richtet sich nach Weber und Roux die Länge des ganzen Muskels und damit die Regeneration atrophischer und sehnig entarteter Muskeln.

Auch Knie- und Hüftgelenk, die so oft nach Oberschenkelbrüchen Versteifungen zeigen, werden regelmäßig in ziemlich starker Beugung geübt, und dies geschieht ohne große Anstrengung.

Wichtig für den Patienten ist endlich die durch das Radfahren herbeigeführte Uebung des Gleichgewichtssinnes. Denn dieser muß angewandt werden, damit die gewöhnlich zurückbleibende Verkürzung des deform geheilten Oberschenkels und die dadurch herbeigeführte schiefe Stellung des Beckens durch eine entsprechende Seitwärtskrümmung der Wirbelsäule gerade hinreichend, nicht zu stark und nicht zu schwach ausgeglichen wird und so der Patient gerade gehen kann.

Bergsteigen.

Bergsteiger, die ebenfalls ihre Beingelenke vorzüglich auf Beugung beanspruchen, haben wegen der Anstrengung leicht mit Luftmangel zu kämpfen, der gerade für die Muskeltätigkeit und Regeneration sehr schädlich ist. (Nach Untersuchungen von Bohr 1, Nr. 8a und 39) entsteht bei starker Anstrengung in den Muskeln ein anaerober Stoffwechsel, dessen schädliche Produkte nicht einmal an Ort und Stelle, sondern erst in der Lunge oxydiert und unschädlich gemacht werden können.

Rudern.

Das Sportrudern käme vielleicht noch für die Nachbehandlung in Betracht. Aber wer je gerudert hat, der weiß, daß dabei die Beine, und namentlich der Oberschenkel, sehr stark, weit stärker als beim Gehen und Stehen auf Verkürzung beansprucht werden. Darum kann man also auch das Rudern nicht zur Nachbehandlung von Oberschenkel- und überhaupt Beinbrüchen empfehlen.

Kurz, es gibt für Rekonvaleszenten von Oberschenkelbrüchen überhaupt keine bessere Tätigkeit als vernünftiges Radfahren. Fahrräder zur Behandlung dieser Patienten sollten in jeder mechanotherapeutischen Anstalt, ja in jeder Klinik, wo derartige Fälle in größerer Zahl behandelt werden, vorhanden sein.

Anpassung des Fahrrades für den Heilzweck.

Natürlich kann man das Rad diesem besonderen Zweck noch etwas mehr anpassen. Damit namentlich das Bein nicht überanstrengt wird, muß eine besonders niedrige Uebersetzung am Rade eingerichtet werden, und zwar am besten eine auswechselbare, damit Patienten von verschiedener Kraft das Rad benutzen können. Ungeübte Patienten werden zunächst ein Dreirad verwenden, um nicht hinzufallen. Ein Tandemdreirad mit 2 Paar Tritten und 2 Sitzen ermöglicht es, daß am Anfang der neben oder hinter dem Patienten sitzende Heildiener allein die Pedale tritt und so die Muskeln des Patienten passiv bewegt, bis dieser ganz allmählich und oft aus eigenem Antriebe mit Treten beginnen und sein Bein aktiv bewegen wird. Stellt man das Pedal näher an das Tretkurbellager, sodaß also das Pedal einen kleineren Kreis als vorher um dieses beschreibt, dann ist der Unterschied zwischen dem höchsten und tiefsten Stande des Pedals geringer geworden und das Fahrrad ist auch für Patienten mit Beugebehinderung im Knie- und Hüftgelenk zu benutzen, sowie auch jedes Fahrrad durch hoch und niedrig Stellen des Sattels für jede Größe und Beinlänge der Kranken angepaßt werden kann.

Das Radfahren geschieht gern.

Ein ganz wesentlicher Vorteil einer derartigen Heilbehandlung mit Uebungen am Fahrrad wäre, daß sie dem Patienten gefallen wird, zum mindesten besser gefallen, als die Behandlung mit den in den meisten Fällen auch noch viel teureren, heilgymnastischen Maschinen.

Unser Patient z. B. hat ganz freiwillig zu seinem Vergnügen ca. 102 km, von München nach Garmisch, auf dem Rad zurückgelegt, und dabei ca. 17—20 000 mal jedes seiner Beine gebeugt. Diese Tour war gewiß etwas reichlich, im therapeutischen Interesse vielleicht zu reichlich. Aber auch nur annähernd eine gleiche Leistung an irgendwelchen heilgymnastischen Apparaten für möglich halten, oder gar verlangen, das wäre dasselbe, als wenn man glauben wollte, daß eine Dame ohne Herrn, ohne Musik und ohne Gesellschaft die ganze Nacht durch sich im Kreise drehen, d. h. tanzen könnte.

Und allgemein wird darüber geklagt, daß Renten berechtigte Unfallkranke kein Interesse an der Besserung ihres Zustandes zeigen, in der Befürchtung, sie könnten die Rente deshalb verlieren. Natürlich sind sie dann vielfach schon bei der oft schmerzhaften Massage und passiven Mobilisation widerspenstig, noch mehr aber lässig bei der aktiven Uebung des Beines. Wie wichtig ist es dann, wenn die Patienten eine Uebung, zu der sie doch nicht gezwungen werden können, gern und in reichlichem Maße tun. Das Hinausfahren der Patienten in die freie Natur, mit Unterstützung eines Heilgehilfen sogar schon zu einer Zeit, ehe sie überhaupt laufen können, hebt ihre Stimmung, stärkt ihre Zuversicht und last not least läßt ihr Interesse an gesunden Gliedern wieder wachsen. Und unser Patient verdankt den Erfolg des Heilverfahrens ganz wesentlich seinen reichlichen körperlichen Uebungen in freier Natur, besonders dem Radfahren!

Im übrigen kann ich auf Massage (Jordan) Frühmobilisation der Gelenke, (Codivilla, Lucas-Championnière) so wichtig, ja von so ausschlaggebender Bedeutung sie auch sind, nicht weiter eingehen, als es in unserem Falle schon geschehen ist.

Bei ganz schlechter Dislokation der Fragmente und zu starker Verkürzung (nach den bisherigen Erfahrungen etwa über 3 cm) kann allerdings auch die beste Massage und funktionelle Behandlung nichts nützen. Dafür ist unser Fall wieder ein Beispiel. Derselbe Patient, der es nach der ersten ursprünglichen Bruch„heilung“ ganz gewiß auch nicht an aktiver Uebung hat fehlen lassen und das Seinige getan hat, gesund zu werden, konnte damals in 13 Monaten eine ordentliche Funktion seines Beines nicht erzielen. Es ermüdete namentlich auch zu schnell, bis die blutige Reposition erfolgte.

Ich kann auch nicht auf die Heilbehandlung mit Elektrizität (Nr. 57), oder mit irgendwelchen Medikamenten eingehen, z. B. auf den Gebrauch von Testikelextrakt, der nach Meyer und Gottlieb[47]) S. 363 den Einfluß der Muskelübungen auf ihre Kräftigung bedeutend verstärken soll, auch nicht auf die Beziehungen der Knochenheilung zu dem gesamten System der inneren Drüsen.

Das Ergebnis meiner ganzen Untersuchung möchte ich vielmehr in folgenden Sätzen zusammenfassen:

Zusammenfassung.

I. Ein Versuch, durch blutige Trennung und nachfolgende Extension den Heilerfolg veralteter, fehlerhaft verwachsener Oberschenkelbrüche zu verbessern, ist anzuraten, wenn

1. der Patient fähig und willens ist durch sein Verhalten, besonders durch aktive Muskelübung das Heilverfahren zu unterstützen,
2. wenn der Patient gesund genug und besonders, wenn er außerdem noch im Wachstum begriffen ist.

II. Es sind vergleichende Untersuchungen anzustellen, welche anatomisch schlechten Verwachsungen der Knochen zu funktionell durchaus einwandfreien Resultaten führen, welche nicht.

III. Behandlungsvorschlag.

Man extendiere in Semiflexion nach Zuppinger, nach Bardenheuer oder ähnlich, aber nicht nach Steinmann, nach vorheriger blutiger Durchtrennung der Fragmente, höchstens 3—5 Tage lang, bei offner Wunde, mit stärksten Gewichten, (60—120 Pfund), schließe dann erst die Wunde und extendiere nachher nur zur Verhütung nachträglicher Verkürzung mit möglichst geringen Gewichten.

Frühe passive und aktive Muskelübungen, namentlich Radfahren, sind sehr ratsam.

Wenn durchaus nötig, ist hinterher noch Steinmanns Nagelextension anzuwenden, aber wegen der Infektionsgefahr auch dann nur in den sicherlich sehr seltenen Fällen, wo selbst die allerstärkste Extension nicht einmal zu einer funktionell ausreichenden Reposition geführt hat. Das Steinmann'sche Nagelverfahren kommt wegen seiner starken Zugwirkung auch dann noch nicht zu spät.

Zum Schluß ist es mir eine angenehme Pflicht, Sr. Excellenz Herrn Geheimrat Professor Dr. v. Angerer, sowie Herrn Professor Dr. Feßler für das bewiesene anregende Interesse an dieser Arbeit verbindlichst zu danken.

Literatur.

1. Anschütz. Erfahrungen mit der Nagelextension. Deutsche Zeitschrift f. Chir. Bd. 101 S. 429 f.
2. Anschütz. Ueber Frakturbehandlung. Münchner med. Wochenschrift 1908, S. 1675 f.
3. Anschütz. Diskussion bei d. Tagung d. Vereinig. nord-west.-deutsch. Chir.; Centralbl. f. Chir. 1912 S. 358 f.
4. Anzoletti. Zur Codivilla'schen Methode d. Nagelextension am Knochen. Centralbl. f. Chir. 1909, S. 985 f.
5. B. Bardenheuer. Die allgemeine Lehre von d. Frakturen und Luxationen. Stuttg. 1907.
6. H. Bechold. Die Kolloide in Biologie und Medizin. Dresden 1912.
7. Becker. Extension am quer durchbohrten Knochen. Centralbl. f. Chir. 1908. S. 1417 f.
8. Bliesener. Ueber die durch d. Bardenheuer'sche Extensionsmethode an den Brüchen der unteren Gliedmassen erhaltenen funktionellen Ergebnisse. Zeitschr. für Chir. Bd. 55.

8 a. C. Bohr. Ueber d. specif. Tätigkeit d. Lungen etc. Skandinav. Archiv f. Physiol. Bd. 22. 1909. 5. 221—280.

9. A. Bum. Zur funktionellen Therapie Unfallverletzter. (Wiener) med. Klinik 1909, S. 1626. f.
10. Th. Christen. Frakturbehandlung nach Steinmann und Zuppinger Münchn. med. Woch. 1909 S. 2465 f.

10 a. Codivilla. Ueber Nagelextension, Z. f. orthop. Chir. Bd. 18, 1910 3. und 4. H. Die schwer erhältlichen Veröffentlichungen in italienischen und amerikan. Journalen sind bei Steinmann, Nr. 58 angegeben.

11. Delbet. Diskussion. Bulletins et mémoir. d. la soc. d. Chir. de Paris 1911, S. 676.
12. Deutschländer. Diskussion. Tagung d. Vereinig. nord-west-deutsch. Chir. Centralbl. f. Chir. 1912, S. 360,
13. J. Fessler. Festigkeit d. menschlichen Gelenke. Habilitationsschr. Münch. 1894.
14. M. H. Fischer. Das Oedem. übersetzt von Wo. Ostwald. Dresden 1910.
15. Gelinski. Hyperämie oder Lymphstauung. Centralbl. f. Chir. 1912, S. 1185 f.
16. G. Gintz. Ueber eine seltene Art von Heilung einer komplic. Oberschenkelfraktur durch Brückenkallus. Beitr. z. klin. Chir. 1910 Bd. 67. S. 469.
17. R. Graessner. Die Behandlung d. Frakturen am unteren Femurende nach Bardenheuer. Zentralbl. f. Chir. 1904. S. 316.
18. Grashey. Wie weit lassen sich Fehldiagnosen u. Misserfolge bei Frakturen u. Luxationen vermeiden.
19. Grune. Ein Beitrag zur Behandlung der Unterschenkelbrüche. Zeitschr. f. orthopäd. Chir. 1911 S. 1 ff.
20. Grune. Die Behandlung von Unterschenkelbrüchen mit Längsextension und Zügen. Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. 119, S. 1.
21. J. Grunewald. Ueber die specifische Labilität der Streckmuskeln und über Inaktivitätatrophie überhaupt. Zeitschr. f. orthop. Chir. Bd. 30, 1912. Heft 1 u. 2.
22. Guradze. Erfolge der Oberschenkelosteotomie Zeitschr. f. orthop. Chir. Bd 20, 1908, S. 339 ff.

23. F. Haenel. Ueber Frakturen mit Bezug auf das Unfallversicherungsgesetz. Deutsche Zeitschr. f. Chir. 1894, Bd. 38, S. 129 ff.
24. Heinemann. Beitrag z. Frakturbehandlung d. Nagelextension. Zeitschr. f. Chir. Bd. 108, 1910, S. 372.
25. K. Henschen. Die Extensionsbehandlung der Ober- und Unterschenkelbrüche auf physiol.-mech. Grundlage. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 57, S. 616 (daselbst weitere Literatur.)
26. K. Henschen. Zur Theorie und Praxis der Extensionsbehandlung der Ober- und Unterschenkelhrüche. Archiv. d. Orthop. 1908, Bd. S. 325 ft.
27. Heermann. Doppelextension. Deutsche med. Wochenschr. 1910, S. 50 ff.
28. Heussner. Zur Extensionsbehandl. d. Beinbrüche. Deutsche med. Wochenschr. 1912 S. 363.
29. Jordan. Die Massagebehandlung frischer Knochenbrüche. Münch. med. Wochenschr. 1903. S. 1149.
30. R. Klapp. Ein Beitrag z. Behandlung d. Oberschenkelbrüche v. Langenbecks Archiv Bd. 68. Heft 1 u. 2.
31. F. König. Ueber Berechtigung frühzeitiger blutiger Eingriffe bei subkutanen Knochenbrüchen. v. Langenbecks Archiv. Bd. 733.
32. F. König. Die späteren Schicksale difform geheilter Knochenbrüche. v. Langenbecks Archiv 1908, Bd. 85 S. 187.
33. Körber. Ueber Erfahrungen mit der Nagelextension nach Steinmann. Münchner med. Woch. 1911, Nr. 40.
34. N. Kotliarewski. Die Nagelextension bei Frakturen. Dissertation Basel 1910.
35. Krönlein. Das Zuppingersche Extensionsverfahren der Frakturen des Ober- und Unterschenkels. Verhandl. d. deutsch. Ges. f. Chir. Berlin 1908 S. 294.
36. Kümmel. Diskussion. Tagung d. Vereinigung nord-west-deutsch. Chirurg. Centralbl. f. Chir. 1912, S. 360 f.
37. H. Landwehr. Apparatlose Frakturextension in Beugestellung. Zeitschr. f. orthop. Chir. 1910. Bd. 27 S. 447.
38. Lauenstein. Diskussion. Tagung d. Vereinig. nord-west-deutsch. Chirurg. Centralbl. f. Chir. 1912, S. 359.
39. E. J. Lesser. Anoxybiose der Tiere. Naturwissensch. Rundschau 1912, S. 10.
40. Liniger, Oberschenkelbruch und Unfallversicherung. Archiv. f. Orthopäd., Mechanother. etc. Bd. V, 1907, Heft 2 und 3.
41. Lonhard. Ueber Knochenbrüche und deren Behandl. während der Jahre 1900—1910 im Katharinenhospital zu Stuttgart.
41 a. Lucas-Championnière. Revue de Chir. Nr. 12, 1901. Weitere Literatur von Ch. bei Nr. 25.
42. K. Ludloff. Operative Korrektion deform geheilter Knochenbrüche. Berlin. klin. Wochenschr. 1909, Nr. 29.
43. K. Ludloff. Erfahrungen über Knochennähte. Arçhiv f. klin. Chir. 1910, Bd. 93, S. 398 f.
44. H. Luxenbourg, Statistik der in d. Jahren 1902—1906 im Kölner Bürgerhospitale behandelten Oberschenkelbrüche mit Ausnahme der Schenkelhalsfrakturen. Zeitschrift f. Chir. 1908, Bd. 94 S. 387 f.
45. A. Martin. A method of overkoming the shortening in old fractures. Transact. of the american surgery ass. 1911. Bericht im Centralbl. f. Chir. 1911, S 835.
46. E. Martini. Ueber einen neuen Apparat für d. Behandlung der schrägen u. komplizierten Frakturen d. Beins. Archiv f. klin. Chir. Bd. 85, 1908, S. 834
47. H. Meyer u. R. Gottlieb. Experimentelle Pharmakologie. Berlin 1910.
48. W. Nagel. Handbuch d. Physiologie d. Menschen. Braunschweig 1910.
49. A. Natzler. Experimentelles zur Sehnenüberpflanzungsnat. Zeitschr. f. Orthop. Chir. Bd. 28, 1911 S. 455.
50. A. Pütter. Vergleichende Physiologie. Jena 1911.
51. Rauber-Kopsch. Anatomie d. Menschen. Achte Aufl. Leipzig 1909.
52. Baldo Rossi. Come si possono corregere le guarigioni deformi delle fratture del femore come si possono evitare. Archivio di ortopedia. 1904, Bd. 21, S. 81.

53. Baldo Rossi. Il mio methodo di cura nelle fratture di femore Clinica chirurgica 1907. H. 8. Bericht im Centralbl. f. Chir. 1908, S. 400.
54. W. Roux. Ueber die Selbstregulation der morpholog. Länge der Skelettmuskeln. Jenaische Zeitschr. für Naturwissenschaften 1883, Bd. 16, S. 358.
55. Rücker. Beitrag zur Technik des Streckverbands nach Bardenheuer. Centralbl. f. Chir. 1910, S. 113.
56. Schwarz. Zur Nagelextensionsbehdl. der Oberschenkelbrüche. Med. Klin. 1909 S. 885.
57. E. Sommer. Eine neue Art der physikal. Nachbehandlung von Verletzungen. Wien, med. Klin. 1909, S, 1626 f.
58. F. Steinmann. Die Nagelextension d. Knochenbrüche. (daselbst ist auch reichhaltige weitere Literatur angegeben) Neue deutsche Chir. (Bruns) Bd. 1, 1912.
59. H. Strasser. Zur Kenntnis der funktionellen Anpassung der quergestreiften Muskeln.
60. H. Strasser. Lehrbuch der Muskel- und Gelenkmechanik. 1 Bd. Berlin 1908.
61. Sudek. Zur Altersatrophie u. Inaktivitätsatrophie der quergestreiften Muskeln. Fortschritte auf d. Gebiete d. Röntgenstrahlen. Bd. III. S. 201 f.
62. Süssenguth. Vereinigung nord-west-deutsch. Chir. (Diskus.) Centralblatt f. Chir. 1912, S. 356.
63. Tuffier. Des fractur. obliques de jambe. Bull et mém. de la soc. de Chir. de Paris 1911, S. 356.
64. H. Vierordt. Anatomische, physiologische u. physikalische Daten u. Tabellen. Jena 1906.
65. K. Vogel. Aus «Heilkunde 1908» cit. nach H. Zuppinger. Beitr. zur klin. Chir. Bd. 643. S. 571.
66. Waegner. Zur Behandluug veralteter Oberschenkelbrüche. Monatsschr. f. Unfallheilkunde 1911. Oktbr.
67. A. Wettstein. Die Heilungsresultate d. Oberschenkel- und Unterschenkelbrüche bei Anwend. d. Zuppingerschen automat. Extensionsapparate. Beitr. z. klin. Chir. 1908. Bd. 60, S. 684.
68. Wilms. Ueber Korrektur bei Nagelextension. Deutsche Zeitschr. f. Chir. 1908, Bd. 92. S. 260.
69. H. Zuppinger. Die Muskelentspannung bei d. permanenten Extension d. Ober- und Unterschenkelfrakturen. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 643, 1910 S. 562.
70. H. Zuppinger. Die Dislokationen der Knochenbrüche. Beitr. z. klin. Chir. 1906, Bd. 49, S. 26.

Lebenslauf.

Friedrich Hermann Theodor Koestler, evangelisch, wurde am 23. März 1875 als Sohn des Professors Hermann Koestler in Naumburg a. S. geboren, besuchte das dortige Gymnasium, darauf die Universitäten Leipzig, Greifswald und Halle, um Mathematik und Naturwissenschaften zu studieren und bestand am 2. und 3. März 1900 das Staatsexamen für das Lehramt an höheren Schulen in Mathematik, Physik, Chemie, Mineralogie, Zoologie und Botanik und wurde daraufhin zunächst wissenschaftlicher Hilfslehrer, 1902—1909 preußischer Gymnasial-Oberlehrer.

Im März 1910 bestand er in Jena das klinische Vorexamen, denn er hatte seit Februar 1909, seiner Neigung zur Medizin nachgebend, den Oberlehrerberuf aufgegeben und studierte seitdem Medizin an den Universitäten Jena und München, wo er im Juli 1913 das medizinische Staatsexamen bestand.